

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

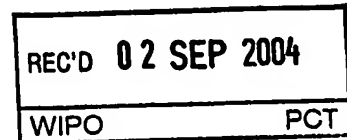
14. 7. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年 7月14日

出願番号  
Application Number: 特願2003-274366  
[ST. 10/C]: [JP 2003-274366]



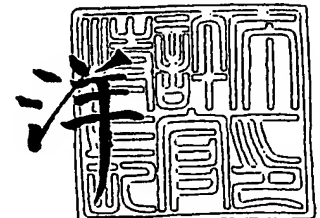
出願人  
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 8月19日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 2900655362  
【提出日】 平成15年 7月14日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H04B 7/26  
【発明者】  
    【住所又は居所】 石川県金沢市西念一丁目1番3号 株式会社パナソニックモバイル金沢研究所内  
    【氏名】 福岡 将  
【発明者】  
    【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 パナソニックモバイルコミュニケーションズ株式会社内  
    【氏名】 吉井 勇  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000005821  
    【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100105050  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 鷺田 公一  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 041243  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 9700376

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

送信データから  $I_c h$  成分及び  $Q_c h$  成分からなる変調シンボルを得る手段と、  
前記  $I_c h$  成分及び又は  $Q_c h$  成分を各成分独立にインターリーブするインターリーバ  
と、

インターリーブ後の  $I_c h$  成分と  $Q_c h$  成分を合成することにより、モジュレーション  
ダイバーシチ変調シンボルを得る合成手段と、

各モジュレーションダイバーシチ変調シンボルを互いに直交する複数のサブキャリアの  
いずれかに割り当てて、モジュレーションダイバーシチ変調シンボルによって各サブキャ  
リアを変調する OFDM 変調手段と、

前記各サブキャリアの回線品質に応じて前記インターリーバにおけるインターリーブパ  
ターンを設定するインターリーブパターン設定手段と

を具備することを特徴とするマルチキャリア送信装置。

**【請求項 2】**

さらに、前記各サブキャリアの回線品質を順位付けする順位付け手段を具備し、

前記インターリーブパターン設定手段は、インターリーブ前の前記変調シンボルの  $I_c h$   
成分と  $Q_c h$  成分が割り当てられるサブキャリアの前記順位の和が各変調シンボル間で  
等しくなるようなインターリーブパターンを設定する

ことを特徴とする請求項 1 に記載のマルチキャリア送信装置。

**【請求項 3】**

さらに、複数のインターリーブパターンが記憶されたインターリーブパターン記憶手段  
を具備し、

前記インターリーブパターン設定手段は、予め前記複数のインターリーブパターンと各  
サブキャリアの回線品質とを用いてシミュレーションを行い、前記複数のインターリーブ  
パターンの中から最も良いモジュレーションダイバーシチ効果の得られるインターリーブ  
パターンを前記インターリーバで用いるインターリーブパターンとして選択する

ことを特徴とする請求項 1 に記載のマルチキャリア送信装置。

**【請求項 4】**

前記インターリーブパターン設定手段は、

$I_c h$  成分用のインターリーブパターン及び又は  $Q_c h$  成分用のインターリーブパター  
ンを用いて前記各サブキャリアの回線品質値をインターリーブするインターリーバと、

インターリーブ後の  $I_c h$  の回線品質値と  $Q_c h$  の回線品質値とをサブキャリア単位で  
加算する加算手段と、

加算結果の分散値を計算する分散計算手段と、

複数のインターリーブパターンの中から分散の最も小さいインターリーブパターンを選  
択する最小値算出手段と

を具備することを特徴とする請求項 1 に記載のマルチキャリア送信装置。

**【請求項 5】**

前記インターリーブパターン設定手段は、

$I_c h$  成分用のインターリーブパターン及び又は  $Q_c h$  成分用のインターリーブパター  
ンを用いて前記各サブキャリアの回線品質値をインターリーブするインターリーバと、

インターリーブ後の  $I_c h$  の回線品質値と  $Q_c h$  の回線品質値とをサブキャリア単位で  
減算する減算手段と、

サブキャリア単位の減算結果の絶対値の和を計算する絶対値加算手段と、

複数のインターリーブパターンの中から前記絶対値の和の最も大きいインターリーブパ  
ターンを選択する最大値算出手段と

を具備することを特徴とする請求項 1 に記載のマルチキャリア送信装置。

**【請求項 6】**

さらに、前記インターリーブパターン設定手段によって設定した前記インターリーブパ  
ターンの情報を送信信号に挿入するインターリーブ情報挿入手段を具備する

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載のマルチキャリア送信装置。

【請求項 7】

受信したマルチキャリア信号の各サブキャリアに重畳されたモジュレーションダイバーシチ変調シンボルを抽出する OFDM 復調手段と、

各サブキャリアの回線品質に応じたインターリーブパターンを用いて、前記モジュレーションダイバーシチ変調シンボルの I c h 成分及び又は Q c h 成分をデインターリーブするデインターリーバと、

デインターリーブ後の I c h 成分と Q c h 成分を合成する合成手段と、

合成後の変調シンボルをデマッピングすることにより受信データを得るデマッピング手段と

を具備することを特徴とするマルチキャリア受信装置。

【請求項 8】

前記デインターリーバは、送信側から伝送されたインターリーブ情報に基づくインターリーブパターンを用いてデインターリーブ処理を行う

ことを特徴とする請求項 7 に記載のマルチキャリア受信装置。

【請求項 9】

さらに、前記モジュレーションダイバーシチ変調シンボルが重畳された信号を送信するマルチキャリア送信装置の受信部に対して、各サブキャリアの回線品質を示す情報を送信する送信部を具備し、この送信部は、複数の隣接サブキャリアをグループ分けし、各グループにつき 1 つの回線品質情報を送信する

ことを特徴とする請求項 7 に記載のマルチキャリア受信装置。

【請求項 10】

さらに、前記モジュレーションダイバーシチ変調シンボルが重畳された信号を送信するマルチキャリア送信装置の受信部に対して、各サブキャリアの回線品質を示す情報を送信する送信部を具備し、この送信部は、ドップラー周波数が大きくなるほど短い時間間隔で前記回線品質情報を送信する

ことを特徴とする請求項 7 に記載のマルチキャリア受信装置。

【請求項 11】

各サブキャリアの回線品質を検出するステップと、

各サブキャリアの回線品質に応じて適応的に I c h 成分及び又は Q c h 成分のインターリーブパターンを変えながらモジュレーションダイバーシチ変調を行うモジュレーションダイバーシチ変調ステップと

を含むマルチキャリア通信方法。

## 【書類名】 明細書

【発明の名称】 マルチキャリア送信装置、マルチキャリア受信装置及びマルチキャリア通信方法

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明はマルチキャリア送信装置、マルチキャリア受信装置及びマルチキャリア通信方法に関し、特にモジュレーションダイバーシチ変復調を行う場合に適用し得る。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)方式を用いたマルチキャリア通信装置が、マルチパスやフェージングに強く高品質通信が可能のため、高速無線伝送を実現できる装置として注目されている。さらにマルチキャリア通信に、モジュレーションダイバーシチ変復調と呼ばれる技術を適用することにより、さらに通信品質を向上させることが提案されている。

## 【0003】

従来のマルチキャリア通信装置におけるモジュレーションダイバーシチ変復調に関しては、例えば「3GPP TSG RAN WG1 #31 R1-030156 "Modulation diversity for OFDM"」(非特許文献1)に記載されている。

## 【0004】

このモジュレーションダイバーシチ変復調について、図11を用いて簡単に説明する。図11では、一例として変調方式としてQPSK(Quadrature Phase Shift Keying)を行う場合を示している。送信機は、図11(a)に示すように、先ずIQ平面にマッピングされたシンボルの位相を所定角度だけ回転させる。次に送信機は、Ich、Qch用の別々の一様又はランダムインターリーブを用いて、Ich成分、Qch成分をインターリーブする。これにより逆フーリエ変換(IFFT)後の信号は、図11(b)に示すように、インターリーブ前のシンボルのIch成分とQch成分が異なるサブキャリアに割り当てられたものとなる。図11(b)の場合には、Ich成分がサブキャリアBに割り当てられ、Qch成分がサブキャリアAに割り当てられている。

## 【0005】

受信機は、先ず高速フーリエ変換(FFT)を行うことにより、サブキャリアに重畳されたIch成分及びQch成分を抽出する。次にデインターリーブを行うことにより、Ich、Qchを元の配列に戻す。そして元に戻したIch及びQchのコンスタレーションに基づいてデマッピング処理を行うことにより、受信データを得る。

## 【0006】

ここでサブキャリアAは回線状態が良く、サブキャリアBは回線状態が悪いとすると、図11(c)に示すように、Qch方向に引っ張られたコンスタレーションとなる。これにより、コンスタレーションでの信号点距離を比較的遠くに保つことができるようになるので、デマッピングの際にパケット内のビットを平均的に正しく復元できるようになる。このように、モジュレーションダイバーシチ変復調は、マルチパスフェージングによって各サブキャリアにフェージング変動が生じた場合でも、サブキャリア方向にSNR(Signal-to-Noise Ratio)を分散させて補正を行うのと同様の効果を得ることができる。この結果、変調シンボルが恰もAWGN(Additive White Gaussian Noise)通信路を伝送したかのような変動を受けるようになるので、ダイバーシチゲインを得ることができる。

## 【0007】

図12にモジュレーションダイバーシチ送信処理を行うマルチキャリア送信装置10と、その信号を受信復調するマルチキャリア受信装置20の構成を示す。

## 【0008】

マルチキャリア送信装置10は、モジュレーションダイバーシチ変調部11を有し、送信データをモジュレーションダイバーシチ変調部11のマッピング部12に入力する。マ

ッピング部 12 は BPSK (Binariphas Phase Shift Keying) や、QPSK (Quadrature Phase Shift Keying)、16QAM (Quadrature Amplitude Modulation) 等の変調方式に応じて、送信データを I/Q 平面にマッピングする。

【0009】

マッピング後のシンボルは、位相回転部 13 において、図 11 (a) に示したように、所定角度だけ位相が回転される。位相が回転されたシンボルは、I/Q 分離部 14 によって I 成分と Q 成分に分離され、I 成分又は Q 成分の一方がインターリーブ部 16 に送出されると共に他方が I/Q 合成部 15 に送出される。インターリーブ部 16 によって予め決められたインターリーブパターンでインターリーブされた I 成分又は Q 成分は、I/Q 合成部 15 に送出される。

【0010】

I/Q 合成部 15 は、I 成分と Q 成分を合成することによりコンスタレーションに戻す。これにより、モジュレーションダイバーシチ変調シンボルが得られる。モジュレーションダイバーシチ変調シンボルはシリアルパラレル変換部 (S/P) 17 及び逆高速フーリエ変換部 (IFFT) により所定のサブキャリアに重畳される。つまり、シリアルパラレル変換部 (S/P) 17 及び逆高速フーリエ変換部 (IFFT) 18 は、モジュレーションダイバーシチ変調シンボルを互いに直交する複数のサブキャリアのいずれかに割り当てて、モジュレーションダイバーシチ変調シンボルによって各サブキャリアを順次変調する。

【0011】

このようにマルチキャリア送信装置 10 においては、インターリーブ部 16 によって I 成分又は Q 成分のいずれか一方にインターリーブ処理を行っているので、I 成分又は Q 成分のいずれか一方の成分はあるサブキャリアに固定されるが、他方の成分はインターリーブパターンに応じて配置されるサブキャリアが変化ようになる。IFFT 処理後の信号は、無線送信部 19 によってアナログデジタル変換処理やアップコンバート等の無線送信処理が施された後、アンテナを介して送信される。

【0012】

マルチキャリア送信装置 10 から送信された信号を受信復調するマルチキャリア受信装置 20 は、モジュレーションダイバーシチ復調部 21 を有する。マルチキャリア受信装置 20 は、アンテナで受信した無線信号に対して無線受信部 22 によってダウンコンバートやアナログデジタル変換処理等の無線受信処理を施した後、高速フーリエ変換部 (FFT) 23 に送出する。FFT 部 23 は各サブキャリアに重畳されたモジュレーションダイバーシチ変調シンボルを抽出する。この各サブキャリアに重畳されたモジュレーションダイバーシチ変調シンボルはパラレルシリアル変換部 (P/S) 24 を介してモジュレーションダイバーシチ復調部 21 の I/Q 分離部 25 に送出される。

【0013】

I/Q 分離部 25 は、各シンボルを I 成分と Q 成分に分離する。そして I/Q 分離部 25 は、分離した成分のうち送信側でインターリーブされなかった方の成分をそのまま I/Q 合成部 26 に送出すると共に、送信側でインターリーブされた方の成分をデインターリーブ部 27 に送出する。デインターリーブ部 27 は、インターリーブ部 16 と逆の処理を行うことにより、インターリーブされた成分を元の配列に戻し、これを I/Q 合成部 26 に送出する。この結果、I/Q 合成部では、合成結果として元の I 成分と Q 成分の対からなるシンボルが得られる。

【0014】

位相回転部 28 は、合成後のシンボルの位相を、送信側の位相回転部 13 と同じ角度だけ逆方向に回転させる。デマッピング部 29 は位相回転後のシンボルのコンスタレーションに応じた受信データを出力する。

【非特許文献 1】 3GPP TSG RAN WG1 #31 R1-030156 "Modulation diversity for OFDM"

【発明の開示】

**【発明が解決しようとする課題】****【0015】**

ところで、上述したようにOFDM方式にモジュレーションダイバーシチ変復調を適用すれば、変調シンボルのI成分とQ成分を異なるサブキャリアに配置して伝送できるようになるため、伝送時の周波数選択性フェージングによりあるサブキャリアの回線状態が悪い場合でも、I成分又はQ成分のどちらか一方が配置されたサブキャリアの回線状態が良ければ、正しい受信データを得ることができるようになる。この結果、受信データの誤り率特性を向上させることができる。

**【0016】**

ところが、従来のモジュレーションダイバーシチ変復調においては、予め決められたインターリーブパターンのインターリーブを用いているので、周波数選択性フェージングの影響により、送信シンボルのI成分とQ成分の受信感度は無相関で変動することになる。このため、I成分が割り当てられたサブキャリアとQ成分が割り当てられたサブキャリアの両方の回線状態が良くなる場合がある。またそれとは逆に、I成分が割り当てられたサブキャリアとQ成分が割り当てられたサブキャリアの両方の回線状態が悪くなる場合がある。この結果、効果的なダイバーシチゲインが得られず、誤り率特性が低下するおそれがあった。

**【0017】**

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、モジュレーションダイバーシチ変復調技術を適用した場合に、一段と誤り率特性を向上させることができるマルチキャリア送信装置、マルチキャリア受信装置及びマルチキャリア通信方法を提供することを目的とする。

**【課題を解決するための手段】****【0018】**

かかる課題を解決するため本発明のマルチキャリア送信装置は、送信データからI成分及びQ成分からなる変調シンボルを得る手段と、このI成分及び又はQ成分を各成分独立にインターリーブするインターリーブと、インターリーブ後のI成分とQ成分を合成することにより、モジュレーションダイバーシチ変調シンボルを得る合成手段と、各モジュレーションダイバーシチ変調シンボルを互いに直交する複数のサブキャリアのいずれかに割り当てて、モジュレーションダイバーシチ変調シンボルによって各サブキャリアを変調するOFDM変調手段と、各サブキャリアの回線品質に応じて前記インターリーブにおけるインターリーブパターンを設定するインターリーブパターン設定手段とを具備する構成を採る。

**【0019】**

この構成によれば、各サブキャリアの回線品質に応じてモジュレーションダイバーシチ変調でのインターリーブパターンが適応的に変えられるので、伝搬路特性に応じた良好なダイバーシチゲインを得ることができるようになる。例えばモジュレーションダイバーシチ変調前の各変調シンボル間で、I成分とQ成分の回線品質の和がほぼ等しくなるようなインターリーブパターンを設定すれば、全ての変調シンボルについてムラ無くダイバーシチゲインを得ることができるようになるので、全体的な誤り率特性を向上させることができるようになる。

**【0020】**

本発明のマルチキャリア送信装置は、さらに、前記各サブキャリアの回線品質を順位付けする順位付け手段を具備し、前記インターリーブパターン設定手段は、インターリーブ前の変調シンボルのI成分とQ成分が割り当てられるサブキャリアの前記順位の和が各変調シンボル間で等しくなるようなインターリーブパターンを設定する構成を採る。

**【0021】**

この構成によれば、インターリーブ前の変調シンボル間で、I成分とQ成分の回線品質の和がほぼ等しくなるようなインターリーブパターンを設定することができる。

この結果、全ての変調シンボルについてムラ無くダイバーシチゲインを得ることができるようになるので、全体的な誤り率特性を向上させることができるようになる。

#### 【0022】

本発明のマルチキャリア送信装置は、さらに、複数のインターリーブパターンが記憶されたインターリーブパターン記憶手段を具備し、前記インターリーブパターン設定手段は、予め前記複数のインターリーブパターンと各サブキャリアの回線品質とを用いてシミュレーションを行い、前記複数のインターリーブパターンの中から最も良いモジュレーションダイバーシチ効果の得られるインターリーブパターンを前記インターリーブパターンのインターリーブパターンとして選択する構成を採る。

#### 【0023】

この構成によれば、予め用意されたインターリーブパターンの中から最適なインターリーブパターンを選択するようにしたので、インターリーブパターンの選択が容易となる。また受信側でのデインターリーブパターンを受信側に通知する際にインターリーブパターン番号のみを伝送すればよくなるため、伝送情報量を低減することができる。

#### 【0024】

本発明のマルチキャリア送信装置は、前記インターリーブパターン設定手段は、I c h 成分用のインターリーブパターン及び又はQ c h 成分用のインターリーブパターンを用いて各サブキャリアの回線品質値をインターリーブするインターリーブ前と、インターリーブ後のI c h の回線品質値とQ c h の回線品質値とをサブキャリア単位で加算する加算手段と、加算結果の分散値を計算する分散計算手段と、複数のインターリーブパターンの中から分散の最も小さいインターリーブパターンを選択する最小値算出手段とを具備する構成を採る。

#### 【0025】

この構成によれば、I c h 成分が割り当てられるであろうサブキャリアの回線品質と、Q c h 成分が割り当てられるであろうサブキャリアの回線品質の和が変調シンボル間であまり変動しない インターリーブパターンを選択することができる。この結果、全ての変調シンボルで平均的なモジュレーションダイバーシチゲインを得ることができるようになる。

#### 【0026】

本発明のマルチキャリア送信装置は、前記インターリーブパターン設定手段は、I c h 成分用のインターリーブパターン及び又はQ c h 成分用のインターリーブパターンを用いて前記各サブキャリアの回線品質値をインターリーブするインターリーブ前と、インターリーブ後のI c h の回線品質値とQ c h の回線品質値とをサブキャリア単位で減算する減算手段と、サブキャリア単位の減算結果の絶対値の和を計算する絶対値加算手段と、複数のインターリーブパターンの中から前記絶対値の和の最も大きいインターリーブパターンを選択する最大値算出手段とを具備する構成を採る。

#### 【0027】

この構成によれば、I c h 成分が割り当てられるであろうサブキャリアの回線品質と、Q c h 成分が割り当てられるであろうサブキャリアの回線品質の差が平均的に大きくなる インターリーブパターンを選択することができるようになる。この結果、全ての変調シンボルで平均的に大きなモジュレーションダイバーシチゲインを得ることができるようになる。

#### 【0028】

本発明のマルチキャリア送信装置は、さらに、前記インターリーブパターン設定手段によって設定した前記インターリーブパターンの情報を送信信号に挿入するインターリーブ情報挿入手段を具備する構成を採る。

#### 【0029】

この構成によれば、受信側では挿入されたインターリーブパターン情報に基づいて的確にデインターリーブ処理を行うことができるようになる。

#### 【0030】

本発明のマルチキャリア受信装置は、受信したマルチキャリア信号の各サブキャリアに重畳されたモジュレーションダイバーシチ変調シンボルを抽出するOFDM復調手段と、各サブキャリアの回線品質に応じたインターリーブパターンを用いて、モジュレーションダイバーシチ変調シンボルのI c h成分及び又はQ c h成分をデインターリーブするデインターリーバと、デインターリーブ後のI c h成分とQ c h成分を合成する合成手段と、合成後の変調シンボルをデマッピングすることにより受信データを得るデマッピング手段とを具備する構成を採る。

**【0031】**

この構成によれば、マルチキャリア送信装置において回線品質に応じて適応的にインターリーブパターンを変えたモジュレーションダイバーシチ変調処理を行った信号を送信した場合に、受信モジュレーションダイバーシチ変調シンボルからの確に變調前の受信データを得ることができる。

**【0032】**

本発明のマルチキャリア受信装置は、前記デインターリーバは、送信側から伝送されたインターリーブ情報に基づくインターリーブパターンを用いてデインターリーブ処理を行う構成を採る。

**【0033】**

本発明のマルチキャリア受信装置は、さらに、モジュレーションダイバーシチ変調シンボルが重畳された信号を送信するマルチキャリア送信装置の受信部に対して、各サブキャリアの回線品質を示す情報を送信する送信部を具備し、この送信部は、複数の隣接サブキャリアをグループ分けし、各グループにつき1つの回線品質情報を送信する構成を採る。

**【0034】**

この構成によれば、フィードバックデータ量を抑えつつ、マルチキャリア送信装置に的確な回線品質情報を通知できるようになる。

**【0035】**

本発明のマルチキャリア受信装置は、さらに、モジュレーションダイバーシチ変調シンボルが重畳された信号を送信するマルチキャリア送信装置の受信部に対して、各サブキャリアの回線品質を示す情報を送信する送信部を具備し、この送信部は、ドップラー周波数が大きくなるほど短い時間間隔で前記回線品質情報を送信する構成を採る。

**【0036】**

この構成によれば、フィードバック回数を抑えつつ、マルチキャリア送信装置に的確な回線品質情報を通知できるようになる。

**【0037】**

本発明のマルチキャリア通信方法は、各サブキャリアの回線品質を検出するステップと、各サブキャリアの回線品質に応じて適応的にI c h成分及び又はQ c h成分のインターリーブパターンを変えながらモジュレーションダイバーシチ変調を行うモジュレーションダイバーシチ変調ステップとを含むようにする。

**【発明の効果】****【0038】**

以上説明したように本発明によれば、モジュレーションダイバーシチ変復調を行う場合に、各サブキャリアの回線品質に応じて適応的にモジュレーションダイバーシチ変復調のインターリーブパターン及びデインターリーブパターンを変えるようにしたことにより、全てのモジュレーションダイバーシチ変調シンボルについてムラ無くダイバーシチゲインを得ることができるようになるので、誤り率特性を向上させることができるマルチキャリア送信装置、マルチキャリア受信装置及びマルチキャリア通信方法を実現することができる。

**【発明を実施するための最良の形態】****【0039】**

本発明の骨子は、モジュレーションダイバーシチ変復調を行う場合に、各サブキャリアの回線品質に応じて適応的にモジュレーションダイバーシチ変復調のインターリーブパタ

ーン及びデインターリーブパターンを変えることである。

#### 【0040】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

#### 【0041】

##### (実施の形態1)

図1に、本発明のマルチキャリア通信装置に係るマルチキャリア送信装置100とマルチキャリア受信装置200の構成を示す。マルチキャリア送信装置100は第1の無線局に設けられていると共に、マルチキャリア受信装置200は第1の無線局と無線通信を行う第2の無線局に設けられている。実際には、マルチキャリア送信装置100が設けられた第1の無線局には受信部が設けられていると共に、マルチキャリア受信装置200が設けられた第2の無線局には送信部が設けられているが、この実施の形態では説明を簡単化するために、これら受信部と送信部を省略して説明する。

#### 【0042】

マルチキャリア送信装置100は、モジュレーションダイバーシチ変調部101を有し、送信データをモジュレーションダイバーシチ変調部101のマッピング部102に入力する。マッピング部102はBPSK(Binaphase Phase Shift Keying)や、QPSK(Quadrature Phase Shift Keying)、16QAM(Quadrature Amplitude Modulation)等の変調方式に応じて、送信データをIQ平面にマッピングする。

#### 【0043】

マッピング後のシンボルは、位相回転部103において、図11(a)に示したように、所定角度だけ位相が回転される。位相が回転されたシンボルは、IQ分離部104によってIch成分とQch成分に分離され、Ich成分又はQch成分の一方がインターリーブ部106に送出されると共に他方がIQ合成部105に送出される。この実施の形態の場合には、Ich成分を直接IQ合成部105に、Qch成分をインターリーブ部106に送出する。

#### 【0044】

インターリーブ部106は、インターリーブパターン設定部108により設定されたインターリーブパターンを用いてインターリーブ処理を行う。インターリーブパターン設定部108は、各サブキャリアの回線品質に応じたインターリーブパターンを設定するようになされている。これにより、マルチキャリア送信装置100においては、一様又はランダムなインターリーブ処理を行う場合と比較して、効果的なダイバーシチゲインを得ることができるようになっている。

#### 【0045】

インターリーブ部106によってインターリーブ処理されたQch成分は、IQ合成部105に送出される。IQ合成部105は、Ich成分とQch成分を合成することによりコンステレーションに戻す。これにより、モジュレーションダイバーシチ変調シンボルが得られる。モジュレーションダイバーシチ変調シンボルは、インターリーブ情報挿入部109に送出される。インターリーブ情報挿入部109は、変調シンボル列の所定位置に、インターリーブパターン設定部108で設定されたインターリーブパターン情報を挿入する。

#### 【0046】

モジュレーションダイバーシチ変調シンボル及びインターリーブパターン情報はシリアルパラレル変換部(S/P)110によってパラレル信号とされ、さらに各パラレル信号にはパイロット信号挿入部111によってパイロット信号が挿入される。パイロット信号挿入後のパラレル信号は、逆高速フーリエ変換部(IFFT)によって逆高速フーリエ変換処理が施される。つまり、マルチキャリア送信装置100においては、OFDM変調手段としてのS/P110及びIFFT112によって、モジュレーションダイバーシチ変調シンボルを互いに直交する複数のサブキャリアのいずれかに割り当てて、モジュレーションダイバーシチ変調シンボルによって各サブキャリアを順次変調するようになっている。IFFT処理後の信号は、無線送信部113によってアナログデジタル変換処理やア

アップコンバート等の無線送信処理が施された後、アンテナを介して送信される。

#### 【0047】

マルチキャリア送信装置100から送信された信号を受信復調するマルチキャリア受信装置200は、モジュレーションダイバーシチ復調部201を有する。マルチキャリア受信装置200は、アンテナで受信した無線信号に対して無線受信部202によってダウンコンバートやアナログデジタル変換処理等の無線受信処理を施した後、高速フーリエ変換部(FFT)203に送出する。FFT部203は各サブキャリアに重畳された信号を抽出する。この各サブキャリアから抽出された信号はパイロット信号抽出部204に送出される。パイロット信号抽出部204は各サブキャリアのパイロット信号を抽出しそれを伝搬路状態推定部206に送出すると共に、各サブキャリアに配置されたモジュレーションダイバーシチ変調シンボルをパラレルシリアル変換部(P/S)205に送出する。

#### 【0048】

P/S205は、パラレルシリアル変換処理後の信号をインターリーブ情報抽出部207に送出する。インターリーブ情報抽出部207は、入力信号からインターリーブパターン情報信号を抽出し、この情報をモジュレーションダイバーシチ復調部201のデインターリーブ部209に送出する。

#### 【0049】

IQ分離部208は受信シンボル(つまりモジュレーションダイバーシチ変調シンボル)のI成分とQ成分を分離し、I成分は直接IQ合成部210に、Q成分はデインターリーブ部209に送出する。デインターリーブ部209は、インターリーブ情報抽出部207によって抽出されたインターリーブパターン情報に対応したインターリーブパターンを用いてQ成分をデインターリーブした後、IQ合成部210に送出する。IQ合成部210はI成分とデインターリーブ後のQ成分とを合成することによりインターリーブ前の変調シンボルを得る。

#### 【0050】

位相回転部211は、変調シンボルのI成分及びQ成分の位相を、送信側の位相回転部103と同じ角度だけ逆方向に回転させることにより、位相の回転を元に戻す。デマッピング部212は、位相が戻された変調シンボルを復調することにより受信データを得る。

#### 【0051】

伝搬路状態推定部206は、各サブキャリアに配置されたパイロットデータに基づいて、各サブキャリアの回線品質を推定する。この実施の形態の場合には、受信パイロットデータとパイロットレプリカを用いることにより、各サブキャリアの回線品質としてサブキャリア毎のスケール係数を得ようになっている。

#### 【0052】

伝搬路状態推定部206により得られた各サブキャリアの回線品質情報は、マルチキャリア送信装置100の順位付け部107にフィードバックされる。実際には、上述したようにマルチキャリア送信装置100は第1の無線局に設けられていると共に、マルチキャリア受信装置200は第2の無線局に設けられており、回線品質情報は第2の無線局の送信部(図示せず)から第1の無線局の受信部(図示せず)に無線伝送される。そして第1の無線局の受信部で受信された回線品質情報が第1の無線局のマルチキャリア送信装置100の順位付け部107に入力される。

#### 【0053】

順位付け部107は、各サブキャリアの回線品質情報を一時保持し、回線品質の良い順又は悪い順にサブキャリア番号を順位付けし、その順位付け情報をインターリーブパターン設定部108に送出する。インターリーブパターン設定部108は、インターリーブ前の変調シンボルのI成分とQ成分が割り当てられるサブキャリアの前記順位の和が各変調シンボル間で等しくなるようなインターリーブパターンを設定する。

#### 【0054】

インターリーブパターン設定部108についてさらに詳しく説明する。インターリーブ

パターン設定部108は、マッピング部102においてマッピングされた変調シンボルのIch成分が、どのサブキャリアに割り当てられるかは予め分かっているため、マッピングされた変調シンボルをS、位相回転処理後の変調シンボルをRS、そのIch成分、Qch成分をそれぞれRSi、RSqとしたとき、変調シンボルRSのQ成分RSqを割り当てるサブキャリア番号Nqを、次式に基づいて算出する。

【0055】

【数1】

$$N_q = \text{subN}(M - R(N_i)) \dots\dots\dots (1)$$

但し、(1)式において、 $N_i$ はIch成分が割り当てられているサブキャリア番号を、 $R(x)$ はサブキャリア番号xのサブキャリアの回線品質（この実施の形態の場合スケーリング係数）の順位を、 $\text{subN}(y)$ は回線品質の順位がy番目であるサブキャリア番号を、Mは順位付けをしたサブキャリア総数を表している。これにより、各変調シンボル間で、Ich成分が割り当てられるサブキャリアの順位とQch成分が割り当てられるサブキャリアの順位の和を一定とすることができる。

【0056】

次に上記の構成を有するマルチキャリア送信装置100及びマルチキャリア受信装置200の動作について図2、図3を用いて説明する。図2に示すように、先ずマルチキャリア送信装置100からマルチキャリア受信装置200に1回目の送信が行われる。この1回目の送信の時点においては、伝搬路情報（各サブキャリアの回線品質）は未知であるので、インターリーブパターン設定部108において適当なインターリーブパターンを設定して送信を行う。但し、このインターリーブパターンはマルチキャリア受信装置200において既知のものとする。なお1回目の送信では、送信データを送らずにパイロット信号のみを送るようにしてもよい。

【0057】

マルチキャリア受信装置200は1回目の送信信号を受信した際に、各サブキャリアに配置されたパイロット信号を抽出し、伝搬路状態推定部206において、抽出したパイロット信号と予め保持しておいたパイロットレプリカとを比較することにより、サブキャリア毎の伝搬路情報（回線品質情報）を得る。そしてマルチキャリア受信装置200は、このサブキャリア毎の回線品質情報をフィードバック情報としてマルチキャリア送信装置100へ送信する。

【0058】

マルチキャリア送信装置100は、2回目の送信時には、フィードバックされたサブキャリア毎の回線品質情報に応じたインターリーブパターンを用いてQch成分をインターリーブ処理することで、モジュレーションダイバーシチ変調シンボルを得る。そしてそのモジュレーションダイバーシチ変調シンボルを用いたOFDM変調処理を行って2回目の送信を行う。

【0059】

マルチキャリア受信装置200は、2回目の送信信号を受信すると、受信信号に対してモジュレーションダイバーシチ復調処理を行って受信データを得る。このとき、2回目に受信されたモジュレーションダイバーシチ変調シンボルは各サブキャリアの回線品質に応じたインターリーブパターンを用いて作られたものなので、1回目に受信されたモジュレーションダイバーシチ変調シンボルと比較して効果的なダイバーシチゲインを得ることができ、受信データの誤り率特性が向上する。

【0060】

同様に、マルチキャリア受信装置200は、2回目の送信信号を受信したときのパイロット信号を用いて推定した各サブキャリアの回線品質情報をマルチキャリア送信装置100にフィードバックし、マルチキャリア送信装置100はその回線品質情報に応じた新たなインターリーブパターンを用いてモジュレーションダイバーシチ変調を行って3回目の送信を行う。

【0061】

このようにマルチキャリア送信装置100及びマルチキャリア受信装置200においては、伝搬路状態が変化した場合でもモジュレーションダイバーシチ変復調のインターリーブパターンを適応的に変化させることによって、I c hが回線品質の良いサブキャリアに割り当てられた場合は、Q c hを回線品質の悪いサブキャリアに割り当て、I c hが回線品質の悪いサブキャリアに割り当てられた場合は、Q c hを回線品質の良いサブキャリアに割り当てることが可能となり、効果的なダイバーシチゲインを得ることができる。

#### 【0062】

次に本実施の形態のように各サブキャリアの回線品質に応じたインターリーブパターンを用いてモジュレーションダイバーシチ変調を行うと効果的なダイバーシチゲインを得ることができる理由を、図3、図4、図5及び図6を用いて説明する。

#### 【0063】

図3(a)に各サブキャリアの伝搬路変動の様子を示し、図3(b)に各サブキャリアが図3(a)のように変動した場合の各サブキャリアのスケーリング係数、順位付け部107によるスケーリング係数の順位付け結果、各サブキャリアへのI c h成分の割り当て、本実施の形態のインターリーブによる各サブキャリアへのQ c h成分の割り当て、従来のインターリーブ(2サブキャリアシフトのインターリーブ)による各サブキャリアへのQ c h成分の割り当てを示す。

#### 【0064】

図3(b)を見れば明らかなように、本実施の形態のインターリーブでは、互に対応するI c h成分とQ c h成分のスケーリング係数の和が一定とされている。例えば変調シンボルS1のI成分i<sub>1</sub>のスケーリング係数の順位は1であり、Q成分q<sub>1</sub>の順位は4なので、その和は5となる。また変調シンボルS2のI成分i<sub>2</sub>のスケーリング係数の順位は4であり、Q成分q<sub>2</sub>の順位は1なので、その和は5となる。これにより、全ての変調シンボルで平均的なモジュレーションダイバーシチゲインを得ることができるようになるので、極端に誤り率特性の悪いシンボルを無くすることができる。

#### 【0065】

図4はマッピング部102によりBPSK(Binaphase Phase Shift Keying)処理を行い、位相回転部103により45°の位相回転処理を行った場合の信号点位置を示す。また図5は図4の変調シンボルに対して、本実施の形態の構成にてI c h成分はサブキャリア#1にQ c h成分はサブキャリア#2に割り当てるモジュレーションダイバーシチ変調処理を施し、それが無線送信されたものを受信後、デマッピング時の信号点位置を示している。この場合の信号点間距離Dは次式にて算出できる。

#### 【0066】

##### 【数2】

$$D = 2\sqrt{Ci^2 + Cq^2} \quad \dots\dots\dots (2)$$

但し、(2)式において、C iはI c hが割り当てられたサブキャリアのスケーリング係数であり、C qはQ c hが割り当てられたサブキャリアのスケーリング係数である。

#### 【0067】

例として、図4の様なマッピングにて得られる、次式で示される4シンボルS<sub>1</sub>～S<sub>4</sub>を、図3にて示した伝搬路にて送信した場合におけるデマッピング時の信号点間距離D<sub>1</sub>～D<sub>4</sub>を求める。

#### 【0068】

##### 【数3】

$$\begin{aligned} S_1 &= i_1 + jq_1 \\ S_2 &= i_2 + jq_2 \\ S_3 &= i_3 + jq_3 \\ S_4 &= i_4 + jq_4 \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (3)$$

本実施の形態の構成にてインターリーブした場合の各シンボルS<sub>1</sub>～S<sub>4</sub>のデマッピン

グ時の信号点間距離  $D_1 \sim D_4$  は次式のようにになる。

【0069】

【数4】

$$\begin{aligned} D_1 &= 2\sqrt{5^2 + 1^2} = 2\sqrt{26} \\ D_2 &= 2\sqrt{1^2 + 5^2} = 2\sqrt{26} \\ D_3 &= 2\sqrt{3^2 + 2^2} = 2\sqrt{13} \\ D_4 &= 2\sqrt{2^2 + 3^2} = 2\sqrt{13} \end{aligned} \quad \dots\dots (4)$$

一方、従来例として2サブキャリアシフトのインターリーブを用いた場合の各シンボル  $S_1 \sim S_4$  のデマッピング時の信号点間距離  $D_1 \sim D_4$  は次式のようにになる。

【0070】

【数5】

$$\begin{aligned} D_1 &= 2\sqrt{5^2 + 3^2} = 2\sqrt{34} \\ D_2 &= 2\sqrt{1^2 + 2^2} = 2\sqrt{5} \\ D_3 &= 2\sqrt{3^2 + 5^2} = 2\sqrt{34} \\ D_4 &= 2\sqrt{2^2 + 1^2} = 2\sqrt{5} \end{aligned} \quad \dots\dots (5)$$

(4) 式と (5) 式を比べれば分かるように、本実施の形態のようにサブキャリアの回線品質に応じたインターリーブパターンを変えた方が、インターリーブパターンを固定とするよりも、平均的に信号点間距離を確保することができることが分かる。

【0071】

次に、全てのサブキャリアに平均雑音電力  $N$  のガウス雑音を加算されたとすると、本実施の形態の構成にてインターリーブした場合の4シンボルの平均誤り率  $P_e$  は次式のようにになる。但し、次式において  $\text{erfc}$  はガウスの誤差関数である。

【0072】

【数6】

$$\begin{aligned} P_e &= \frac{1}{4} \left( \frac{1}{2} \text{erfc} \left( \frac{D_1}{\sqrt{2N}} \right) + \frac{1}{2} \text{erfc} \left( \frac{D_2}{\sqrt{2N}} \right) + \frac{1}{2} \text{erfc} \left( \frac{D_3}{\sqrt{2N}} \right) + \frac{1}{2} \text{erfc} \left( \frac{D_4}{\sqrt{2N}} \right) \right) \dots\dots (6) \\ &= \frac{1}{4} \left( \text{erfc} \left( \frac{2\sqrt{26}}{\sqrt{2N}} \right) + \text{erfc} \left( \frac{2\sqrt{13}}{\sqrt{2N}} \right) \right) \\ &= \frac{1}{4} \left( \text{erfc} \left( \frac{\sqrt{52}}{\sqrt{N}} \right) + \text{erfc} \left( \frac{\sqrt{26}}{\sqrt{N}} \right) \right) \end{aligned}$$

一方、従来例として2サブキャリアシフトのインターリーブを用いた場合の4シンボルの平均誤り率  $P_e$  は次式のようにになる。

【0073】

【数7】

$$\begin{aligned} P_e &= \frac{1}{4} \left( \frac{1}{2} \text{erfc} \left( \frac{D_1}{\sqrt{2N}} \right) + \frac{1}{2} \text{erfc} \left( \frac{D_2}{\sqrt{2N}} \right) + \frac{1}{2} \text{erfc} \left( \frac{D_3}{\sqrt{2N}} \right) + \frac{1}{2} \text{erfc} \left( \frac{D_4}{\sqrt{2N}} \right) \right) \dots\dots (7) \\ &= \frac{1}{4} \left( \text{erfc} \left( \frac{2\sqrt{34}}{\sqrt{2N}} \right) + \text{erfc} \left( \frac{2\sqrt{5}}{\sqrt{2N}} \right) \right) \\ &= \frac{1}{4} \left( \text{erfc} \left( \frac{\sqrt{68}}{\sqrt{N}} \right) + \text{erfc} \left( \frac{\sqrt{10}}{\sqrt{N}} \right) \right) \end{aligned}$$

(6) 式、(7) 式を平均雑音電力  $N$  をパラメータとしてこれを  $0 \sim 20 \text{ dB}$  と変化させたときの平均誤り率  $P_e$  を図 6 に示す。図 6 より従来例 (図中点線) に比して本実施の形態 (図中実線) の平均誤り率が大きく改善していることが分かる。

【0074】

かくして本実施の形態によれば、各サブキャリアの回線品質に応じてモジュレーションダイバーシチ変調時のインターリーブパターンを適応的に変えるようにしたことにより、全ての変調シンボルについてムラ無くダイバーシチゲインを得ることができるようになるので、誤り率特性を向上させることができるようになる。

【0075】

(実施の形態 2)

図 1 との対応部分に同一符号を付して示す図 7 に、実施の形態 2 によるマルチキャリア送信装置 300 と、マルチキャリア送信装置 300 からの信号を受信復調するマルチキャリア受信装置 400 の構成を示す。

【0076】

マルチキャリア送信装置 300 は、インターリーブパターン設定部 301 の構成が異なることと、インターリーブパターンテーブル 302 を有することを除いて実施の形態 1 のマルチキャリア送信装置 100 と同様の構成でなる。またマルチキャリア受信装置 400 は、インターリーブパターンテーブル 401 を有することを除いて実施の形態 1 のマルチキャリア受信装置 200 と同様の構成でなる。

【0077】

ここでマルチキャリア送信装置 300 のインターリーブパターンテーブル 302 には、複数のインターリーブパターンが記憶されている。インターリーブパターン設定部 301 は、インターリーブパターンテーブル 302 に記憶されている複数のインターリーブパターンを順次読み出し、各インターリーブパターンと各サブキャリアの回線品質とを用いてシミュレーションを行うことにより、複数のインターリーブパターンの中から最も良いモジュレーションダイバーシチ効果の得られるインターリーブパターンを選択する。

【0078】

そしてインターリーブパターン設定部 301 は、選択したインターリーブパターンをインターリーブパ106に送出する。インターリーブパ106は設定されたインターリーブパターン106を用いてインターリーブ処理を行う。またインターリーブパターン設定部301で設定されたインターリーブパターン情報はインターリーブ情報挿入部109によって送信信号中に挿入されて、マルチキャリア受信装置400に送られる。

【0079】

マルチキャリア受信装置 400 のインターリーブパターンテーブル 401 には、マルチキャリア送信装置 300 のインターリーブパターンテーブル 302 に記憶されているインターリーブパターンと同様のインターリーブパターンが記憶されている。マルチキャリア受信装置 400 は、インターリーブ情報抽出部 207 で抽出したインターリーブパターン情報に基づいてインターリーブパターンテーブル 401 から送信側で用いたインターリーブパターンと同じインターリーブパターンを読み出してデインターリーブパ209に送出する。これにより、デインターリーブパ209において、 $Q_c h$  成分が元の配列に戻される。

【0080】

ここでこの実施の形態のインターリーブパターン設定部 301 の構成を、図 8 に示す。インターリーブパ303は、インターリーブパターンテーブル302に記憶されたインターリーブパターンを読み出し、伝搬路状態推定情報 (すなわち各サブキャリアの回線品質) を読み出したインターリーブパターンでインターリーブする。

【0081】

加算部 304 には、インターリーブされた各サブキャリアの回線品質と、インターリーブされない各サブキャリアの回線品質とが入力され、加算部 304 はこれらをサブキャリア単位で加算することにより、読み出したインターリーブパターンで  $Q_c h$  成分をインターリーブして現在の伝搬路上を無線伝送させた場合の伝搬路変動を受けた  $Q_c h$  成分と  $I$

c h成分とを変調シンボル毎に加算したものに相当する値を得る。

【0082】

さらに具体的に説明する。例えばサブキャリア数が4のときに伝搬路状態推定情報（各サブキャリアの回線品質）として、 $S = (S1, S2, S3, S4)$  が入力されたとする。インターリーブ303からあるインターリーブパターンを用いた結果、 $S' = (S2, S4, S3, S1)$  の出力が得られたとする。このとき、上記SはI c h成分の受信電力を予想するものであり、上記S'はQ c h成分の受信電力を予想するものとなる。そして加算部304では上記Sと上記S'を次式のようにベクトル加算してその絶対値を求める計算を行う。

【0083】

【数8】

$$S'' = |S + jS'|$$

$$= \sqrt{(S1^2 + S2^2)}, \sqrt{(S2^2 + S4^2)}, \sqrt{(S3^2 + S3^2)}, \sqrt{(S4^2 + S1^2)}$$

..... (8)

分散計算部305は、加算された要素全ての分散値を求める。具体的には、(8)式の4つの信号についての分散を計算する。計算された分散値とそのときのインターリーブパターン番号は記憶部306に記憶される。つまり、記憶部306には、インターリーブパターンテーブル302に記憶されている各インターリーブパターンを用いたときの各分散値がインターリーブパターン番号に対応付けられて記憶される。最小値算出部307は、記憶部306に記憶されている分散値の中で最小の分散値を算出し、その分散値に対応するインターリーブパターン番号をインターリーブ106及びインターリーブ情報挿入部109に送出する。

【0084】

次にこの実施の形態の動作について説明する。まず、インターリーブパターンテーブル302からインターリーブパターン番号1番のインターリーブパターンがインターリーブ303により読み出される。インターリーブ303は、各サブキャリアの回線品質を読み出したインターリーブパターンでインターリーブし、インターリーブ結果を加算部304に送出する。加算部304は、各サブキャリアの回線品質とインターリーブされた回線品質を要素毎（サブキャリア毎）に加算する。ここでサブキャリアをN本用いていると仮定すると、加算結果もN個となる。分散計算部305においては、N個の加算結果の分散値を求める。記憶部306は、分散値と、その分散値を算出する際に用いていたインターリーブパターン番号を対応付けて記憶する。インターリーブパターン設定部301は、この処理をインターリーブパターンテーブル302に記憶されたインターリーブパターンを順次用いて全てのインターリーブパターンについて繰り返し行う。

【0085】

インターリーブパターン設定部301は、最後に、最小値算出部307によって記憶部306に記憶されている分散値の中で分散値が最も小さいものを算出し、その分散値に対応するインターリーブパターン番号を選択する。

【0086】

こうすることによって、I c h成分が割り当てられるであろうサブキャリアの回線品質（例えばスケール係数）と、Q c h成分がインターリーブされた後に割り当てられるであろうサブキャリアの回線品質の和が変調シンボル間であまり変動しないインターリーブパターンを選択することができる。この結果、全ての変調シンボルで平均的なモジュレーションダイバーシチゲインを得ることができるようになるので、極端に誤り率特性の悪いシンボルを無くすることができる。具体的には、I c h成分が回線品質の良いサブキャリアに割り当てられた場合は、Q c h成分を回線品質の悪いサブキャリアに割り当て、I c h成分が回線品質の悪いサブキャリアに割り当てられた場合は、Q c h成分を回線品質の良いサブキャリアに割り当てる確率の高いインターリーブパターンを選択することが可能となる。

【0087】

かくして本実施の形態によれば、複数のインターリーブパターンが記憶されたインターリーブパターンテーブル302を設け、記憶された各インターリーブパターンと各サブキャリアの回線品質とを用いてシミュレーションを行うことにより、複数のインターリーブパターンの中から最も良いモジュレーションダイバーシチ効果の得られるインターリーブパターンを選択するようにしたことにより、効果的なダイバーシチゲインを得ることができ、誤り率特性を向上させることができるようになる。

#### 【0088】

また受信側に送信側のインターリーブパターンテーブル302と同じインターリーブパターンが記憶されたインターリーブパターンテーブル401を設けたことにより、送信側で用いたインターリーブパターン番号を通知するだけで受信側で送信側のインターリーブパターンに対応したデインターリーブ処理を行うことができるようになるので、送信機から受信機へ通知するインターリーブ情報量を少なくすることができる。

#### 【0089】

##### (実施の形態3)

図7との対応部分に同一符号を付して示す図9に、実施の形態3によるマルチキャリア送信装置500と、マルチキャリア送信装置500からの信号を受信復調するマルチキャリア受信装置400の構成を示す。

#### 【0090】

マルチキャリア送信装置500は、インターリーブパターン設定部501の構成が異なることを除いて、実施の形態2のマルチキャリア送信装置300と同様の構成でなる。またマルチキャリア受信装置400は、実施の形態2で説明したマルチキャリア受信装置400と同様の構成でなる。

#### 【0091】

インターリーブパターン設定部501は、インターリーブパターンテーブル302に記憶されている複数のインターリーブパターンを順次読み出し、各インターリーブパターンと各サブキャリアの回線品質とを用いてシミュレーションを行うことにより、複数のインターリーブパターンの中から最も良いモジュレーションダイバーシチ効果の得られるインターリーブパターンを選択するといった点では、実施の形態2のインターリーブパターン設定部301と同様である。但し、インターリーブパターン設定部501は、インターリーブパターン設定部301と構成が異なる。

#### 【0092】

図10に、この実施の形態のインターリーブパターン設定部501の構成を示す。インターリーブ部502は、インターリーブパターンテーブル302に記憶されたインターリーブパターンを読み出し、伝搬路状態推定情報（すなわち各サブキャリアの回線品質）を読み出したインターリーブパターンでインターリーブする。

#### 【0093】

減算部503には、インターリーブされた各サブキャリアの回線品質と、インターリーブされない各サブキャリアの回線品質とが入力され、減算部503はこれらをサブキャリア単位で減算することにより、読み出したインターリーブパターンでQch成分をインターリーブして現在の伝搬路上を無線伝送させた場合の伝搬路変動を受けたQch成分とIch成分とを変調シンボル毎に減算したものに相当する値を得る。

#### 【0094】

絶対値加算部504は、減算された要素全てについて絶対値をとりその加算値を求める。計算された絶対値加算値とそのときのインターリーブパターン番号は記憶部505に記憶される。つまり、記憶部505には、インターリーブパターンテーブル302に記憶されている各インターリーブパターンを用いたときの各絶対値加算値がインターリーブパターン番号に対応付けられて記憶される。最大値算出部506は、記憶部505に記憶されている絶対値加算値の中で最大のものを算出し、その絶対値加算値に対応するインターリーブパターン番号をインターリーブ部106及びインターリーブ情報挿入部109に送出する。

## 【0095】

次にこの実施の形態の動作について説明する。まず、インターリーブパターンテーブル 302 からインターリーブパターン番号 1 番のインターリーブパターンがインターリーブ 502 により読み出される。インターリーブ 502 は、各サブキャリアの回線品質を読み出したインターリーブパターンでインターリーブし、インターリーブ結果を減算部 503 に送出する。減算部 503 は、各サブキャリアの回線品質とインターリーブされた回線品質を要素毎（サブキャリア毎）に減算する。ここでサブキャリアを N 本用いていると仮定すると、減算結果も N 個となる。絶対値加算部 504 においては、N 個の減算結果それぞれの絶対値をとった後の総加算値を求める。記憶部 505 は、絶対値加算値と、その絶対値加算値を算出する際に用いていたインターリーブパターン番号を対応付けて記憶する。インターリーブパターン設定部 501 は、この処理を インターリーブパターンテーブル 302 に記憶されたインターリーブパターンを順次用いて全てのインターリーブパターンについて繰り返し行う。

## 【0096】

インターリーブパターン設定部 501 は、最後に、最大値算出部 506 によって記憶部 505 に記憶されている絶対値加算値の中で値が最も小さいものを算出し、その絶対値加算値に対応する インターリーブパターン番号を選択する。

## 【0097】

こうすることによって、I c h 成分が割り当てられるであろうサブキャリアの回線品質（例えばスケーリング係数）と、Q c h 成分が インターリーブされた後に割り当てられるであろうサブキャリアの回線品質の差が平均的に大きくなる インターリーブパターンを選択することができる。この結果、全ての変調シンボルで平均的に大きなモジュレーションダイバーシチゲインを得ることができるようになるので、極端に誤り率特性の悪いシンボルを無くすることができる。具体的には、I c h 成分が回線品質の良いサブキャリアに割り当てられた場合は、Q c h 成分を回線品質の悪いサブキャリアに割り当て、I c h 成分が回線品質の悪いサブキャリアに割り当てられた場合は、Q c h を回線品質の良いサブキャリアに割り当てる確率の高い インターリーブパターンを選択することが可能となる。

## 【0098】

かくして本実施の形態によれば、複数のインターリーブパターンが記憶されたインターリーブパターンテーブル 302 を設け、記憶された各インターリーブパターンと各サブキャリアの回線品質とを用いてシミュレーションを行うことにより、複数のインターリーブパターンの中から最も良いモジュレーションダイバーシチ効果の得られるインターリーブパターンを選択するようにしたことにより、効果的なダイバーシチゲインを得ることができ、誤り率特性を向上させることができるようになる。

## 【0099】

また受信側に送信側のインターリーブパターンテーブル 302 と同じインターリーブパターンが記憶されたインターリーブパターンテーブル 401 を設けたことにより、送信側で用いたインターリーブパターン番号を通知するだけで受信側で送信側のインターリーブパターンに対応したデインターリーブ処理を行うことができるようになるので、送信機から受信機へ通知するインターリーブ情報量を少なくすることができる。

## 【0100】

## (実施の形態 4)

この実施の形態では、受信機から送信機に通知する各サブキャリアの回線品質情報（スケーリング係数や S N R 等）の低減方法について提案する。上述した実施の形態 1 ~ 3 では、送信機（マルチキャリア送信装置）でのインターリーブパターンを決定するために受信機（マルチキャリア受信装置）から各サブキャリアの回線品質を通知してもらう必要がある。勿論、このフィードバック情報は無線リソースの点からみれば少ない方が好ましい。そこでこの実施の形態では、そのフィードバック情報の幾つかの低減方法を提案する。なお以下の例では、各サブキャリアの回線品質として S N R を用いる場合を例にとって説

明する。

#### 【0101】

##### (1) データ量の低減方法

一般に隣接サブキャリアのSNRは相関性が高い。よって、サブキャリアグループを作り、サブキャリアグループに1つのSNRをフィードバック情報として送れば、各サブキャリアの情報をあまり損なわずに、有効にフィードバックデータ量を低減することができる。例えば、512本のサブキャリア数で通信している場合に、サブキャリア数16本で1つのサブキャリアグループとするなら、 $512 \div 16 = 48$ となり、48個のSNRをフィードバックすれば済むようになる。

#### 【0102】

但し、隣接サブキャリアの相関性がディレイスプレッド (Delay Spread) に依存しているため、ディレイスプレッドが大きい場合は相関性が低く、ディレイスプレッドが小さい場合は相関性が高い。これを考慮すると、サブキャリアグループ1つ当たりのサブキャリア数については、サブキャリアグループ内の数を一定で決めずに、ディレイスプレッドによって変化させることで、回線状態に適応したフィードバック情報量を決めれば、フィードバックデータ量を抑えつつ、一段と的確なSNRを通知できるようになる。つまり、ディレイスプレッドが大きい場合は、サブキャリアグループ内のサブキャリア数を小さくしてフィードバックするSNR値の数を大きく取るようにし、ディレイスプレッドが小さい場合は、サブキャリアグループ内のサブキャリア数を大きくしてフィードバックするSNR値の数を小さくするといったように、フィードバックデータを適応的に変えるようにする。ここでサブキャリアグループでのSNR値の算出方法としては、ブロック内の平均SNRとすることが考えられる。

#### 【0103】

なおここでは、SNRを送る場合について説明したが、サブキャリアの順位を送る場合も同様に、サブキャリアグループ毎に1つのSNRを算出した後に順位を決め、フィードバック送信することも可能である。

#### 【0104】

##### (2) フィードバック回数の低減方法

時間的に断続的な複数のフレーム (パケット) を送信する場合に、フィードバックデータを毎フレーム送信するのではなく、ドップラー周波数に応じてフィードバックデータの送信間隔を変化させることを提案する。

#### 【0105】

時間的なSNR値の変動は、ドップラー周波数 (受信機と送信機の相対移動速度) に比例している。つまり、ドップラー周波数が低い場合は、移動が少なく、SNR値の時間的な変動も少ないと予想でき、ドップラー周波数が大きい場合は、移動速度が早く、SNR値の時間的な変動も大きいと予想できる。これを考慮して、ドップラー周波数が小さい場合は、数フレームの間フィードバックデータを送信せずに同じインターリーブパターンを用いるようにし、ドップラー周波数が大きい場合は、毎フレームにフィードバックデータを送信し、インターリーブパターンを更新するようにする。

#### 【0106】

なおここでは、SNRを送る場合について説明したが、サブキャリアのSNR順位や、インターリーブパターン番号を通知する場合においても同様に適用できる。

#### 【0107】

##### (他の実施の形態)

なお上述した実施の形態では、マルチキャリア送信装置100にてインターリーブパターンを設定する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、上述したのと同様のインターリーブパターン設定処理を受信機側で行って、フィードバック情報として伝搬路情報 (回線品質情報) に換えてインターリーブパターン情報を通知するようにしてもよい。

#### 【0108】

また上述した実施の形態では、回線品質としてパイロットシンボルの変動から得たスケ

ーリング係数を用いた場合について述べたが、本発明はこれに限らず、各サブキャリアの回線品質としては、従来提案されている種々の方法で求めたものを適用することができる。例えば各サブキャリアのデータシンボルの平均電力に基づいて各サブキャリアの回線品質を検知してもよく、遅延プロファイルをIFFTする方法で得たスケーリング係数により各サブキャリアの回線品質を検知してもよく、さらには各サブキャリアのSNR (Signal-to-Noise Ratio) を各サブキャリアの回線品質値としてもよい。

#### 【0109】

また上述した実施の形態では、初回送信時には各サブキャリアの回線品質が未知である場合について述べたが、各サブキャリアの回線品質が分かっている場合は、初回送信時からインターリーブパターン設定部108にて回線品質に応じたインターリーブパターンを設定し、モジュレーションダイバーシチ変調を行うようにしてもよい。

#### 【0110】

また上述した実施の形態では、Qch成分をインターリーブする場合について述べたが、本発明はこれに限らず、Ich成分のみ インターリーブしてもよく、Ich成分とQch成分の両方とも インターリーブするようにしてもよく、このようにした場合にも上述した実施の形態のように各サブキャリアの回線品質に応じて適応的にインターリーブパターンを設定すれば、上述した実施の形態と同様の効果を得ることができる。

#### 【0111】

また上述した実施の形態では、マッピング部102に加えて位相回転部103を設け、マッピング後のI成分及びQ成分の位相を回転させる場合について述べたが、本発明はこれに限らず、マッピング部にて位相回転も加味したマッピング処理を行えば、位相回転部を省略することができる。

#### 【0112】

さらに上述した実施の形態1では、各サブキャリアの回線品質 (スケーリング係数やSNR等) を受信機にて測定し、測定結果を送信機にフィードバックデータとして送信し、送信機にてSNR値を順位付けし、インターリーブパターンを決定し、送信機から受信機へモジュレーションダイバーシチ変調されたデータとインターリーブパターン情報を併せて送信し、受信機にてインターリーブパターン情報からデインターリーブパターンを作成し、このインターリーブパターンを用いて復調する場合について述べたが、本発明のマルチキャリア送信装置とマルチキャリア受信装置との制御データのやり取りはこれに限らない。以下に実施の形態1以外の制御データのやり取りの幾つかの例を挙げる。

#### 【0113】

##### (i) 回線品質情報をフィードバックする方法 (その2)

先ず受信機にて各サブキャリアの回線品質を測定し、受信機にて各サブキャリアの回線品質を順位付けし、デインターリーブパターンを決定後、記憶する。次に受信機から送信機へフィードバックデータとして回線品質情報を送信し、これに基づいて送信機でも回線品質を順位付けし、インターリーブパターンを決定する。そして送信機から受信機へモジュレーションダイバーシチ変調されたデータを送信する。受信機は記憶しておいたデインターリーブパターンを用いてモジュレーションダイバーシチ変調されたデータを復調する。

#### 【0114】

##### (ii) 順位付けデータをフィードバックする方法

先ず受信機にて各サブキャリアの回線品質を測定し、受信機にて各サブキャリアの回線品質を順位付けし、デインターリーブパターンを決定後、記憶する。次に受信機から送信機へフィードバックデータとして順位値を送信する。送信機では順位値からインターリーブパターンを決定し、送信機から受信機へモジュレーションダイバーシチ変調されたデータを送信する。受信機は記憶しておいたデインターリーブパターンを用いてモジュレーションダイバーシチ変調されたデータを復調する。

#### 【0115】

##### (iii) 遅延プロファイルをフィードバックする方法

先ず受信機にて遅延プロファイルを測定し、受信機から送信機へ遅延プロファイルを送信

する。次に送信機で遅延プロファイルをFFTすることで回線品質値を得これを順位付けし、インターリーブパターンを決定し、送信機から受信機へモジュレーションダイバーシチ変調されたデータとインターリーブパターン情報を併せて送信し、受信機でインターリーブパターン情報からデインターリーブパターンを作成し、このインターリーブパターンを用いて復調する。

#### 【0116】

(iv)遅延プロファイルをフィードバックする方法(その2)

まず受信機にて遅延プロファイルを測定し、この遅延プロファイルに基づいて受信機にて各サブキャリアの回線品質を得てそれを順位付けし、デインターリーブパターンを決定後、記憶する。次に受信機から送信機へ遅延プロファイルを送信し、送信機で遅延プロファイルをFFTすることで回線品質を得てそれを順位付けし、インターリーブパターンを決定する。そして送信機から受信機へモジュレーションダイバーシチ変調されたデータを送信する。受信機は記憶しておいたデインターリーブパターンを用いてモジュレーションダイバーシチ変調されたデータを復調する。

#### 【0117】

さらに上述した実施の形態2、3では、送信機及び受信機にインターリーブパターンテーブルを設けた場合の制御データのやり取りとして、受信機にて各サブキャリアの回線品質を測定し、測定結果を送信機にフィードバックデータとして送信し、送信機にて予め記憶してあったインターリーブパターンから最もダイバーシチゲインの得られるものを選択し、送信機から受信機へモジュレーションダイバーシチ変調されたデータとインターリーブパターン番号を併せて送信し、受信機にてインターリーブパターンテーブルから通知されたインターリーブパターンを読み出して復調する場合について述べたが、例えば以下のようにしてもよい。

#### 【0118】

つまり、受信機にて各サブキャリアの回線品質を測定し、受信機にてインターリーブパターンテーブルの中から最もダイバーシチゲインの得られるものを選択し、そのインターリーブパターン番号を記憶しておく。そして受信機から送信機へインターリーブパターン番号をフィードバック情報として送信する。送信機はインターリーブパターンテーブルの中から通知されたインターリーブパターン番号のインターリーブパターンを読み出してインターリーブを行い、モジュレーションダイバーシチ変調されたデータを受信機に送信する。

#### 【0119】

また上述した実施の形態では、受信機にて各サブキャリアの回線品質を測定する場合について述べたが、アクセス方式によっては送信機にて各サブキャリアの回線品質を測定するようにしてもよい。このようにすれば、受信機から送信機に回線品質情報を送らなくて済むのでフィードバックデータを削減することができる。例えばアクセス方式としてTDD (Time Division Duplex) 方式を用いている場合などが挙げられる。TDD方式は、上り回線と下り回線で同じ周波数帯を用い、時分割で通信を行う方式である。つまり、上り回線と下り回線が同じ回線状態となる。このことを利用することで、フィードバックデータを削減できる。

#### 【0120】

例えば、実施の形態1のように回線品質を順位付けてインターリーブパターンを決定する場合には、送信機にて受信したパイロット信号等からサブキャリア毎の回線品質を測定し、その回線品質に基づいてサブキャリアの順位付けを行うことによりインターリーブパターンを決定し、決定したインターリーブパターンでモジュレーションダイバーシチ変調を行って、モジュレーションダイバーシチ変調されたデータとインターリーブパターン情報を送信する。受信機は、通知されたインターリーブパターンを用いて復調を行う。

#### 【0121】

また実施の形態2、3のようにインターリーブパターンテーブルを設ける場合には、送信機にて受信したパイロット信号等からサブキャリア毎の回線品質を測定し、その回線品

質に基づいて送信機にて予め記憶してあったインターリーブパターンから最もダイバーシチゲインの得られるものを選択し、送信機から受信機へモジュレーションダイバーシチ変調されたデータとインターリーブパターン番号を併せて送信する。受信機は、インターリーブパターンテーブルから通知されたインターリーブパターン番号のインターリーブパターンを読み出してこれを用いて復調を行う。

【産業上の利用可能性】

【0122】

本発明はマルチキャリア送信装置、マルチキャリア受信装置及びマルチキャリア通信方法に関し、モジュレーションダイバーシチ変復調を行うことでデータの誤り率特性を向上させるようになされた無線通信機器に適用し得る。

【図面の簡単な説明】

【0123】

【図1】本発明の実施の形態1に係るマルチキャリア送信装置及びマルチキャリア受信装置の構成を示すブロック図

【図2】実施の形態におけるマルチキャリア送受信装置間での制御情報及びデータのやり取りを示すタイミングチャート

【図3】実施の形態の動作の説明に供する図

【図4】BPSK変調後の信号点を $45^\circ$ の位相回転した場合の信号点位置を示す図

【図5】実施の形態1により得られるモジュレーションダイバーシチ変調シンボルのデマッピング前の信号点位置を示す図

【図6】従来のモジュレーションダイバーシチ変復調と実施の形態のモジュレーションダイバーシチ変復調との平均誤り率を比較した特性曲線図

【図7】実施の形態2に係るマルチキャリア送信装置及びマルチキャリア受信装置の構成を示すブロック図

【図8】実施の形態2のインターリーブパターン設定部の構成を示すブロック図

【図9】実施の形態3に係るマルチキャリア送信装置及びマルチキャリア受信装置の構成を示すブロック図

【図10】実施の形態3のインターリーブパターン設定部の構成を示すブロック図

【図11】モジュレーションダイバーシチ変復調の原理の説明に供する図

【図12】従来のモジュレーションダイバーシチ変復調を実現するためのマルチキャリア送信装置及びマルチキャリア受信装置の構成を示すブロック図

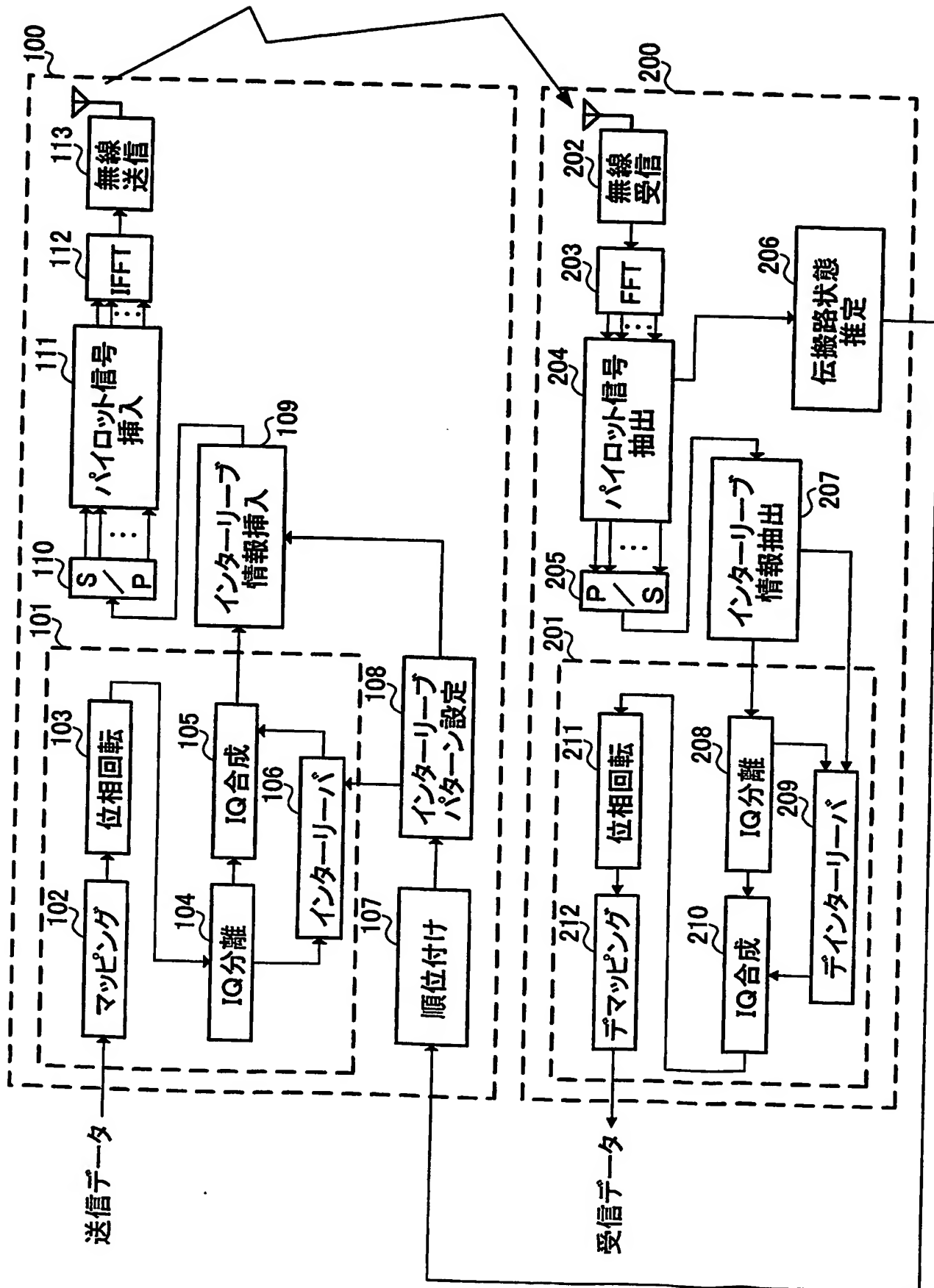
【符号の説明】

【0124】

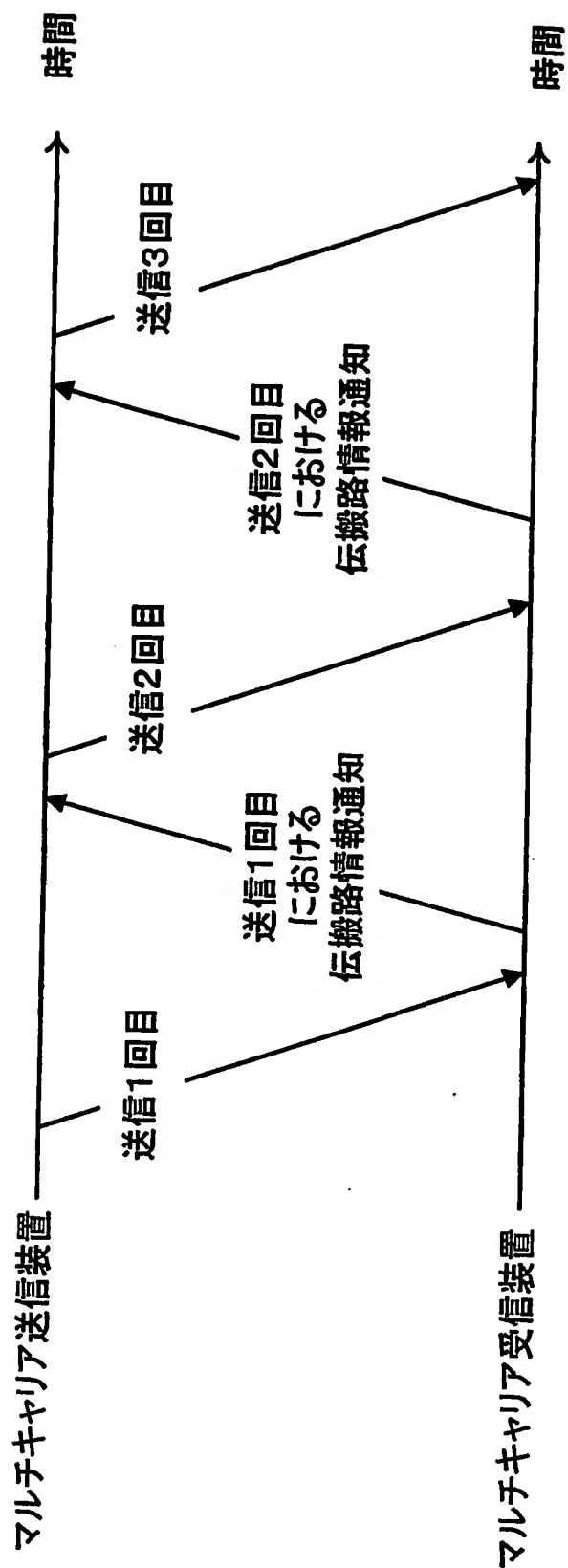
- 100、300、500 マルチキャリア送信装置
- 101 モジュレーションダイバーシチ変調部
- 102 マッピング部
- 103、211 位相回転部
- 104、208 IQ分離部
- 105、210 IQ合成部
- 106、303、502 インターリーブ
- 107 順位付け部
- 108、301、501 インターリーブパターン設定部
- 109 インターリーブ情報挿入部
- 110 シリアルパラレル変換部(S/P)
- 111 パイロット信号挿入部
- 112 逆高速フーリエ変換部(IFFT)
- 200、400 マルチキャリア受信装置
- 201 モジュレーションダイバーシチ復調部
- 203 高速フーリエ変換部(FFT)
- 204 パイロット信号抽出部

- 2 0 5    パラレルシリアル変換部 (P / S)
- 2 0 6    伝搬路状態推定部
- 2 0 7    インターリーブ情報抽出部
- 2 0 9    デインターリーバ
- 2 1 2    デマッピング部
- 3 0 2、4 0 1    インターリーブパターンテーブル
- 3 0 4    加算部
- 3 0 5    分散計算部
- 3 0 6、5 0 5    記憶部
- 3 0 7    最小値算出部
- 5 0 3    減算部
- 5 0 4    絶対値加算部
- 5 0 6    最大値算出部

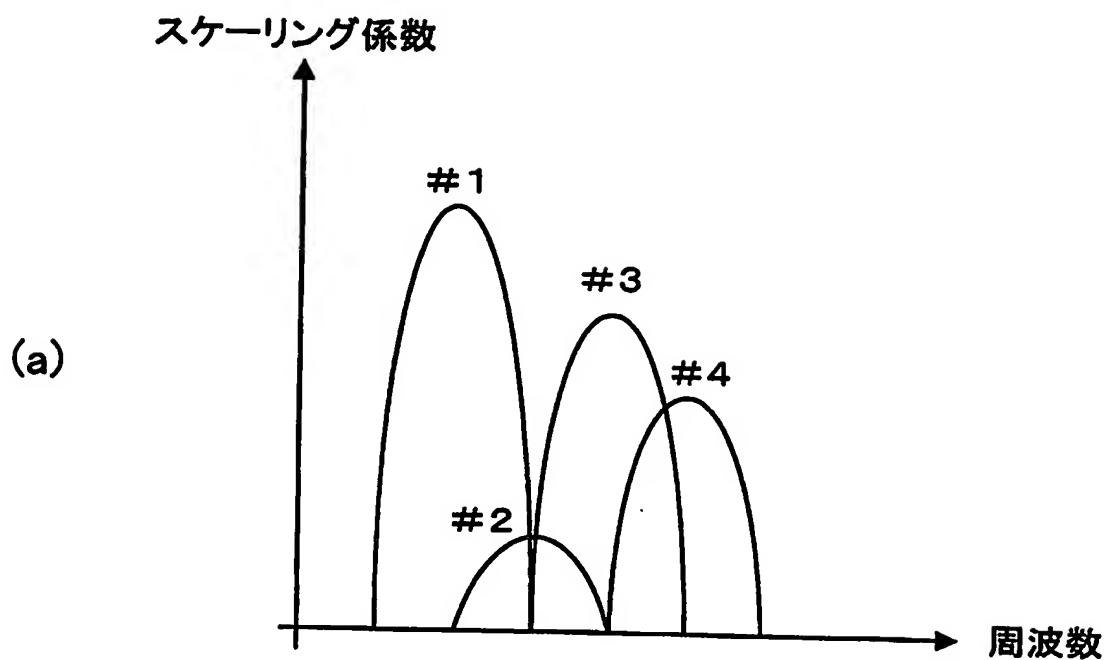
【書類名】 図面  
【図1】



【図 2】



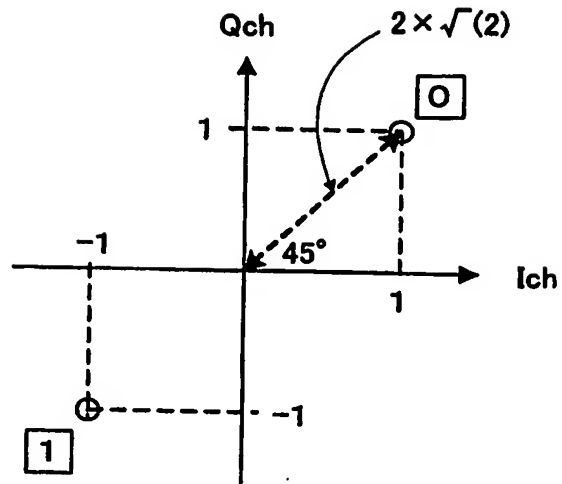
【図 3】



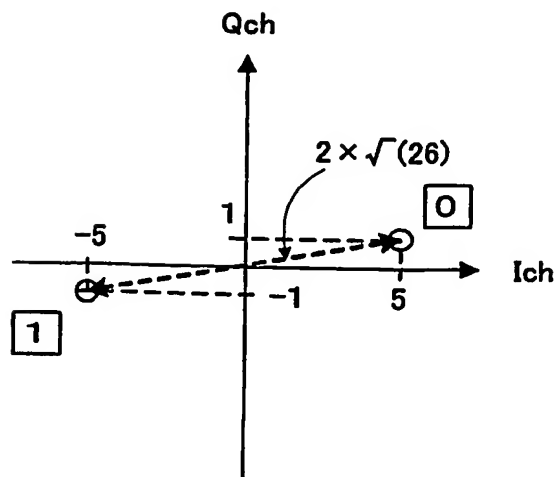
(b)

サブキャリア番号	#1	#2	#3	#4
スケーリング係数値 C	5	1	3	2
スケーリング係数の順位付け	1	4	2	3
送信シンボルI <sub>ch</sub> 割り当て	$i_1$	$i_2$	$i_3$	$i_4$
(1)式から導出した 送信シンボルQ <sub>ch</sub> 割り当て	$q_2$	$q_1$	$q_4$	$q_3$
2サブキャリアシフトの インターリーバを用いた場合の 送信シンボルQ <sub>ch</sub> 割り当て	$q_3$	$q_4$	$q_1$	$q_2$

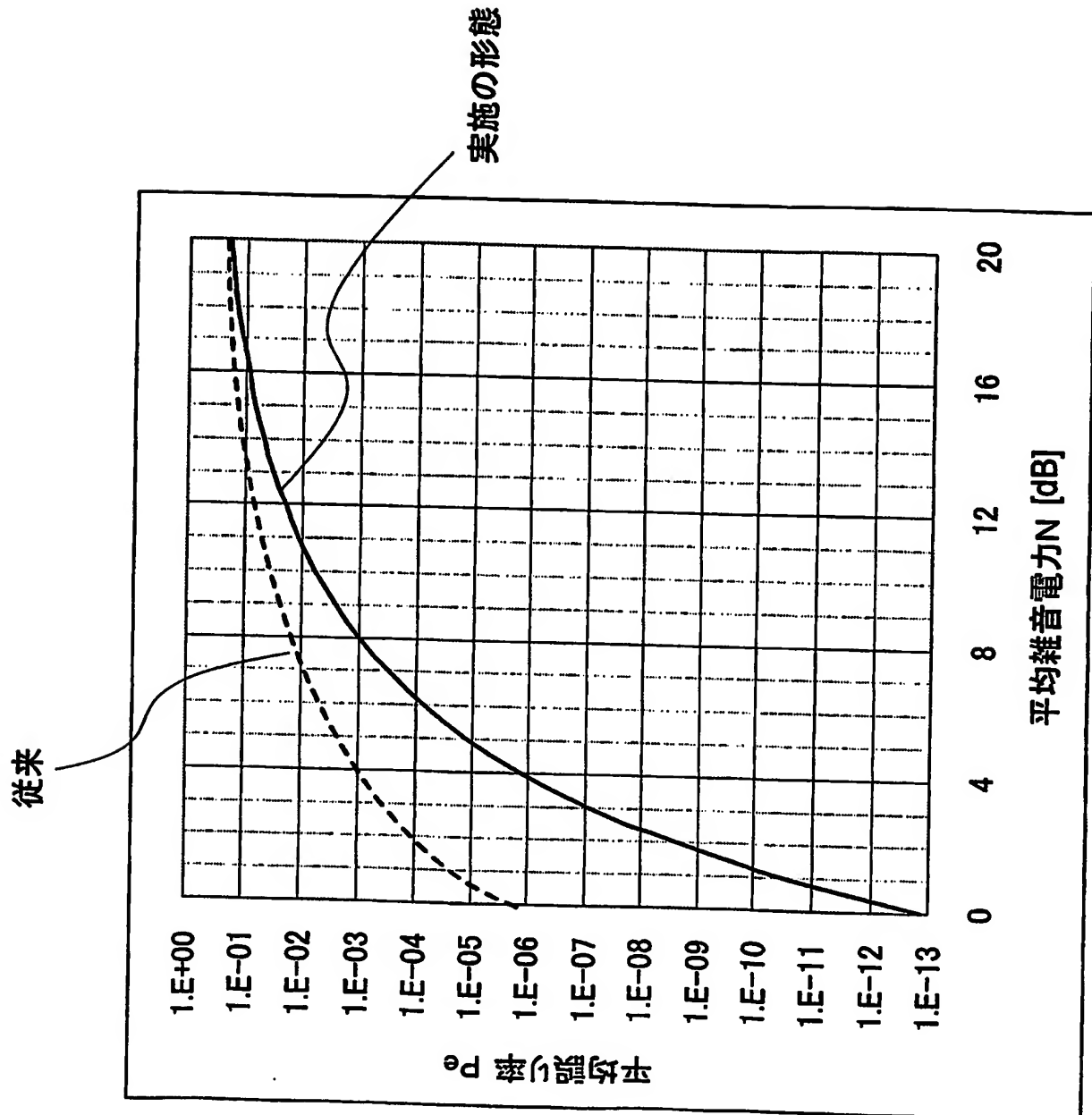
【図 4】



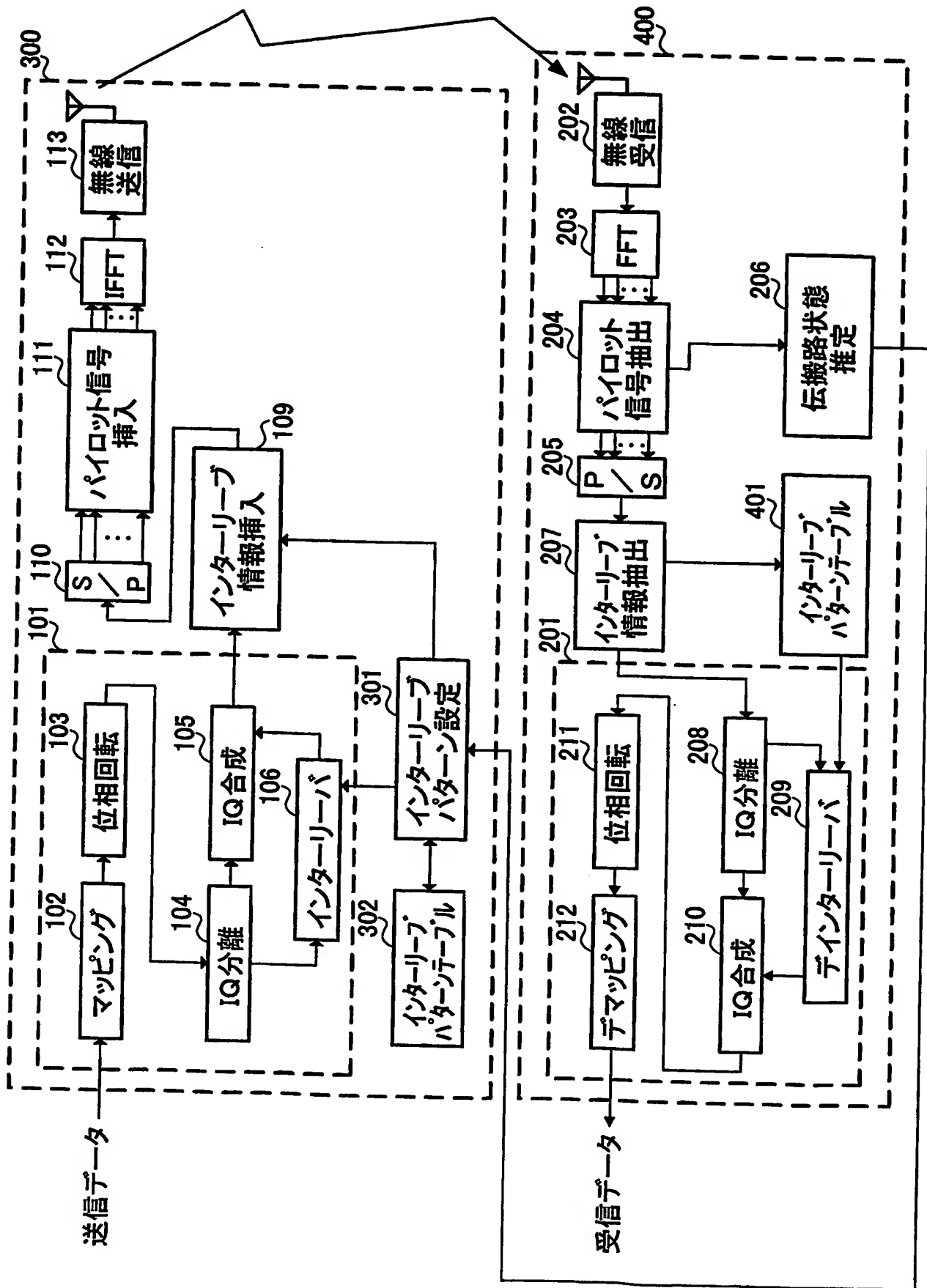
【図 5】



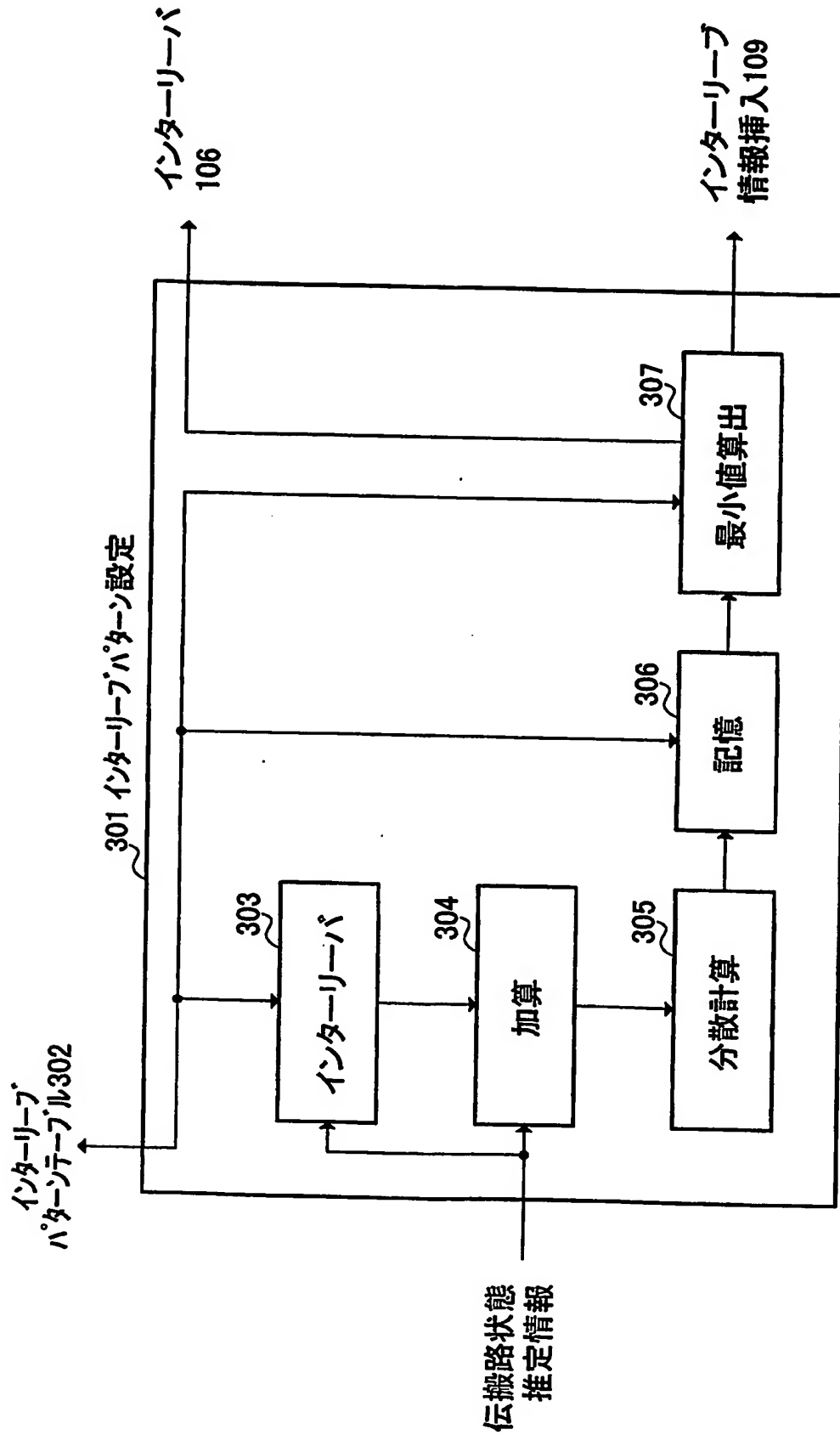
【図 6】



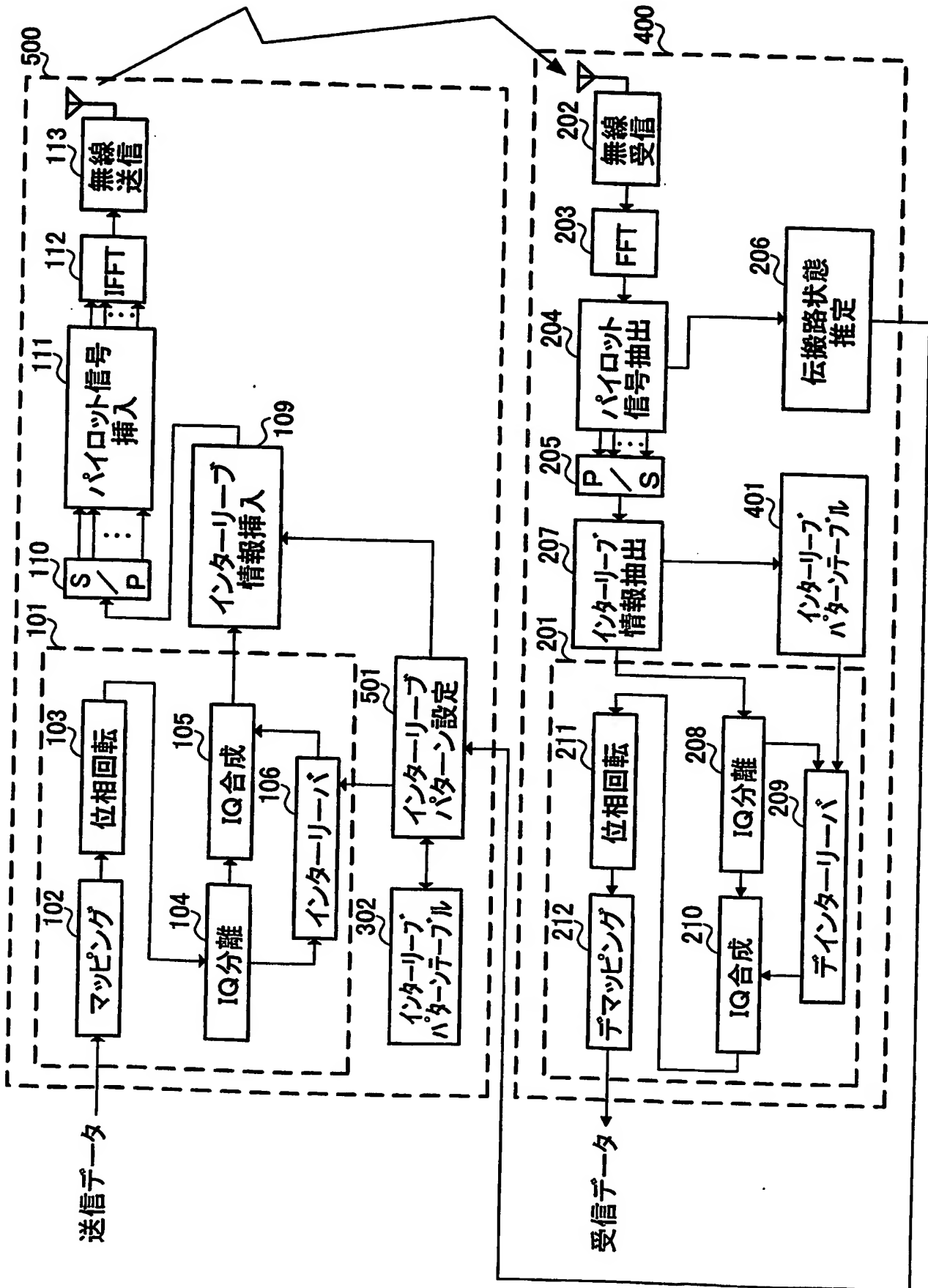
【図 7】



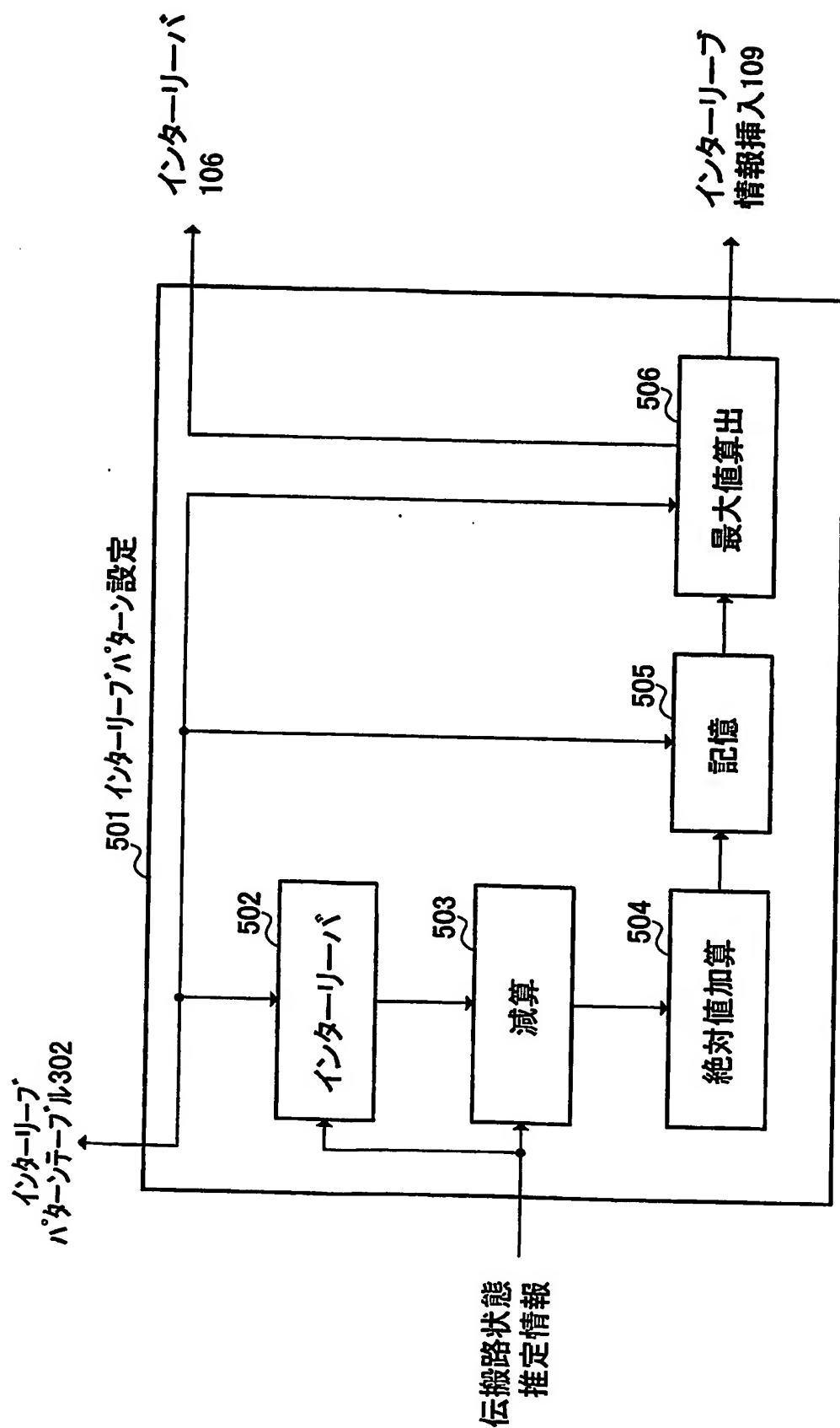
【図 8】



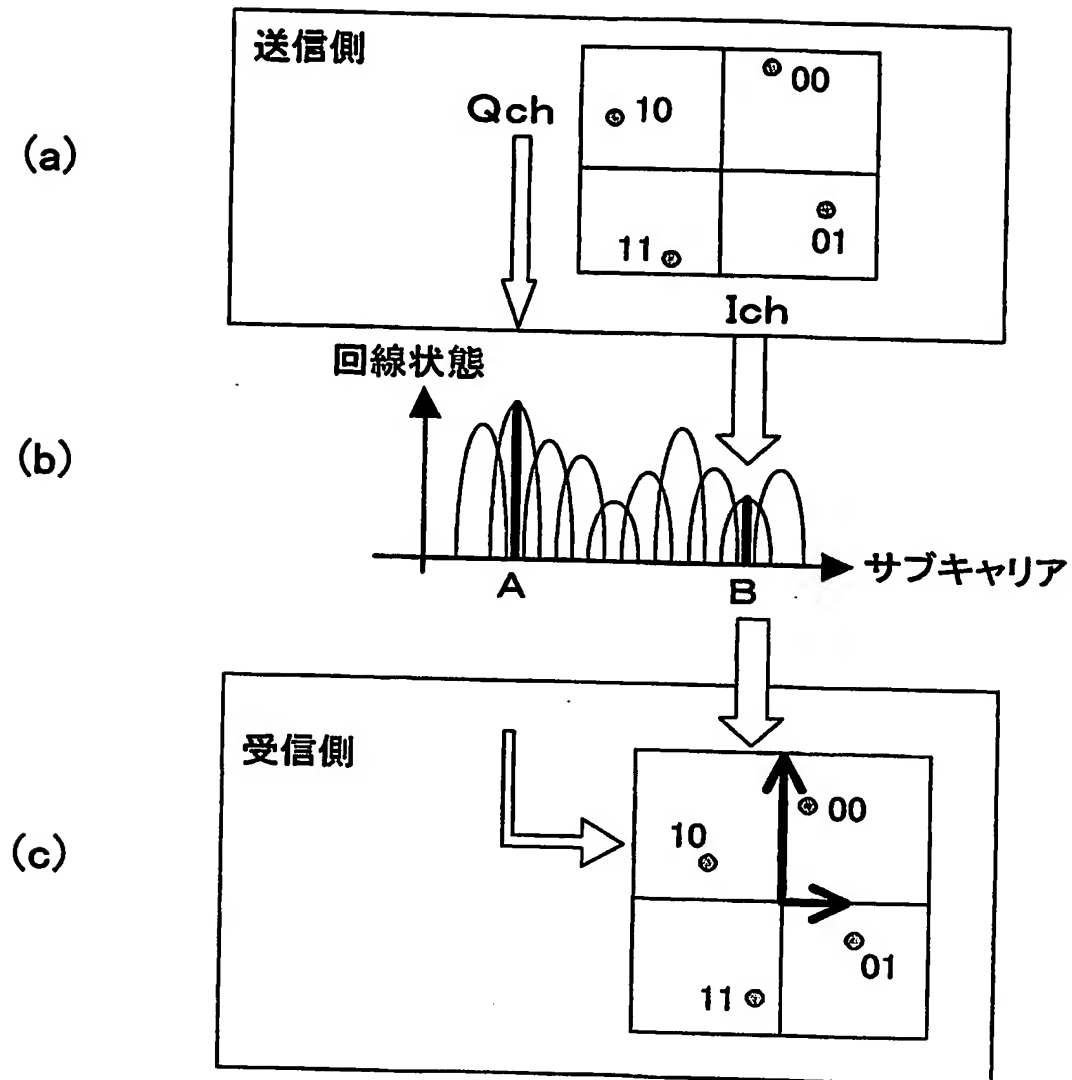
【図9】



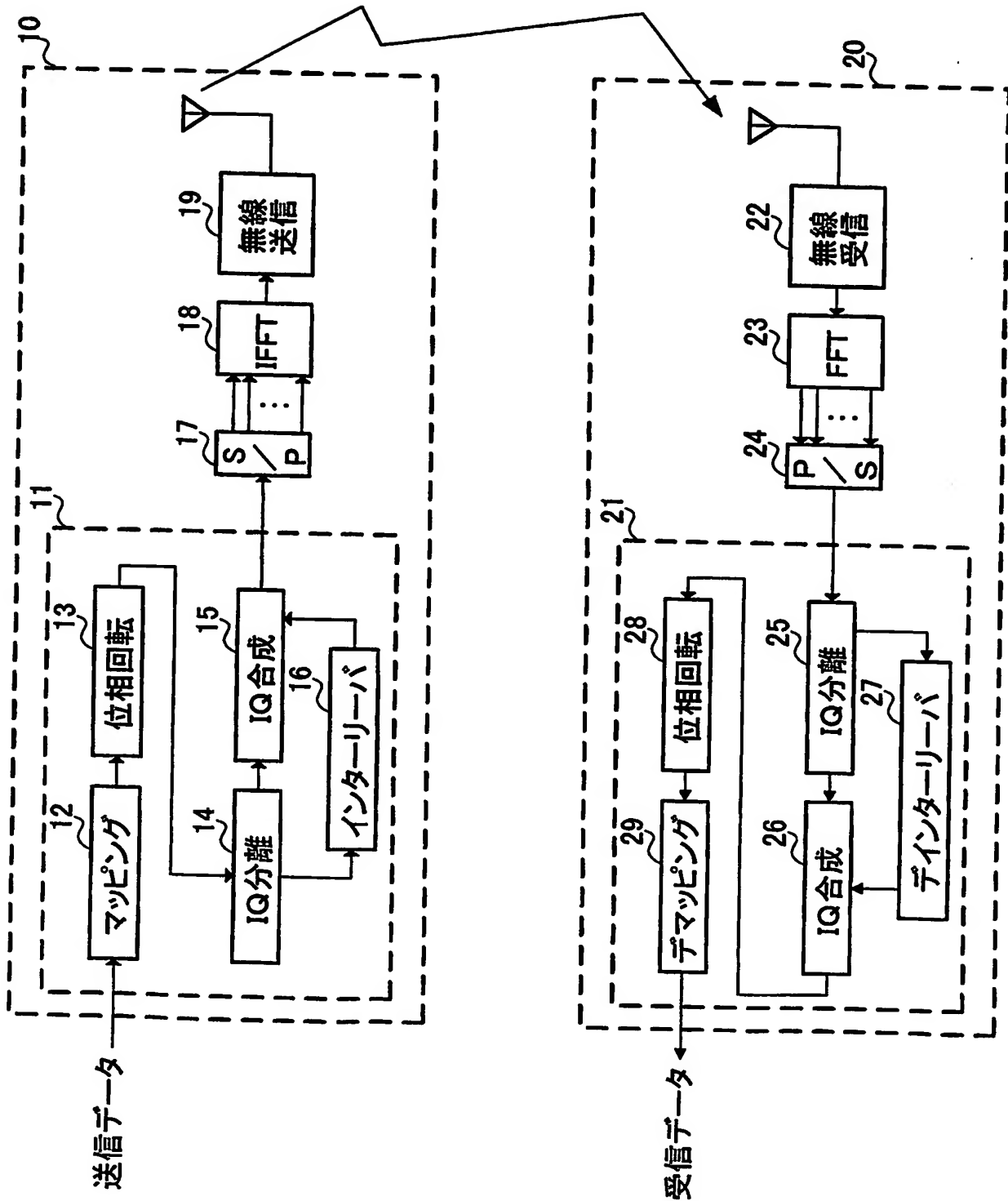
【図10】



【図 11】



【図12】



## 【書類名】要約書

## 【要約】

【課題】 モジュレーションダイバーシチ変復調技術を適用する場合に、一段と誤り率特性を向上させること。

【解決手段】 マルチキャリア送信装置100はマルチキャリア受信装置200から各サブキャリアの回線品質情報を受け取り、インターリーブパターン設定部108によって各サブキャリアの回線品質に応じたインターリーブパターンを設定する。インターリーブ106は設定されたインターリーブパターンを用いて、変調シンボルのI成分及び又はQ成分をインターリーブする。この結果、モジュレーションダイバーシチ変復調でのダイバーシチゲインを伝搬路特性に応じて最適化できるようになる。

【選択図】 図1



特願 2003-274366

ページ: 1/E

出願人履歴情報

識別番号

[000005821]

1. 変更年月日

1990年 8月28日

[変更理由]

新規登録

住所

大阪府門真市大字門真1006番地

氏名

松下電器産業株式会社